Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 371972

Digitized by Google

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ENGINEERING
LIBRARY
TF
3
.068

Digitized by Google

Digitized by Google

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.

Herausgegeben im Auftrag des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

vom Schriftleiter

Dr. Ing. **H. Uebelacker,**
Reichsbahnoberrat,

unter Mitwirkung von

Dr. Ing. **A. E. Bloss,**
Reichsbahnrat,

als stellvertretendem Schriftleiter und für den bautechnischen Teil.

EINUNDACHTZIGSTER JAHRGANG.

NEUE FOLGE. DREIUNDSECHZIGSTER BAND.

1926.

MIT 42 TAFELN UND 547 TEXTABBILDUNGEN.

MÜNCHEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1926.

Digitized by Google

*

Die Uebersetzung oder der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Aufsätze oder des Berichtes, sei es mit oder ohne Quellenangabe, ist gesetzlich unerlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

*

Digitized by Google

Eng. Lib
Herr.

I. Sachverzeichnis.

Es bedeutet: A = Aufsatz, B = Bericht, Z = Zuschrift. * = Abbildungen im Text.

Jahrg. 1926 Seite

Aus amtlichen Nachrichten und Erlassen der Vereinsverwaltungen.
- Zugrundelegung der Stoßziffern für geschweißte Schienenstöße bei der Berechnung von N-Brücken . 17
- Änderung der Achsschenkel der Wagenradsätze bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft 152
- Die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über die Ausführung und die Festigkeitsberechnung der Fahrleitungen für Wechselstrom-Fernbahnen. B. 293
- Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das Geschäftsjahr 1925 391

Ausstellungen und Messen.
- Die Deutsche Automobil-Ausstellung 1925. B. . . 32*
- Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 (ausnahmlich der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge). Von Wetzler. A. Hierzu Taf. 7 bis 11 . . . . . 71*
- Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925. Von Lotter und Wichert. A. Hierzu Taf. 12 . 109*
- Die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926. B. . . . 377

Bahnanlagen und Bahnhöfe (siehe auch Verschiebetechnik).
- Beschleunigungsantrieb, Bauart Pösentrup, zur Verbesserung der Wirkung der Ablaufberge. Von Kaempf. A. 61*
- Der neue Zweispindelaufzug für Bahnsteige. Von Block. A. 168*

Bahnoberbau, Allgemeines (siehe auch Bahnunterhaltung).
- Isolierschichten bei finnischen Eisenbahnen. B. . 18
- Wirtschaftlichkeit bei der Berichtigung der Höhen- und Richtungsverhältnisse der Eisenbahngleise. Von Wöhrl. A. 28*
- Der Reichsoberbau auf Holzschwellen. Von Schlodtmann. A. 125*
- Weglassung der Stoßlücke im Hohlschwellengleis. Von Scheibe. A. 148*
- Zur Dynamik des Eisenbahnoberbaues. Von Saller. A. 149*
- Das Oberbauprogramm der Deutschen Reichsbahn. B. 154
- Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Saller. A. 183*
- Ein Vorschlag zur Ausbildung der ersten Verteilungsweiche in Verschiebebahnhöfen. Von Wagner. A. 260*
- Verkürzte Kreuzungsweichen. Von Marek. A. Hierzu Taf. 22 267
- Querschiebung geschweißter Gleiskurven. Von Wattmann. A. 306
- Altes und Neues vom Gefüge und Verschleiß der Eisenbahnschienen. B. 361
- Bogenabsteckung mit Hilfe von Evolventenunterschieden. Von Höfer. A. Hierzu Abb. 6 bis 7 auf Taf. 36 417
- Dynamik des Eisenbahnoberbaues. Von Saller. A. 422*
- Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Driessen. A. Hierzu Taf. 37 426

Bahnoberbau auf Brücken.
- Befestigung der hölzernen Querschwellen auf eisernen Bahnbrücken. Von Schaechterle. A. 295*
- Oldenburgischer Oberbau mit eisernen Querschwellen auf eisernen Brücken. Von Schlodtmann. A. Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Taf. 36 415

Jahrg. 1926 Seite

Bahnoberbau, Gleisbettung.
- Gleis auf gewalzter Steinschlagbettung. Von Hildebrand. A. 5*
- Reinigung der Gleisbettung durch Saugluft. B. . . 173
- Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch das Walzverfahren. Von Faatz. A. Hierzu Taf. 14 . . . . . 177*
- Walzbettung. B. 364, 395

Bahnoberbau, Schienen.
- Schienen- und Schwellenart bei gepflasterten Wegübergängen. B. 66
- Eine neue Schienenform in Nordamerika. B. . . 67*
- Weglassung der Stoßlücke im Holzschwellengleis. Von Scheibe. A. 148*
- Der Ebertsche Schienenstoß mit tragender Unterlage und nicht tragenden Laschen. Von Wöhrl. A. . 151
- Reichsoberbau und Schienenstoff. Von Diehl. A. 302*

Bahnoberbau, Schwellen.
- Über die elektrische Leitfähigkeit von Holzschwellen. Von Nowotny. A. 13
- Die Bedeutung der Scheibe-Schwelle. Von Waas. A. 14
- Eisenbetonschwellen. B. 33
- Porphyrschotter für Holz- und Eisenschwellen schädlich. B. 33
- Schienen- und Schwellenart bei gepflasterten Wegübergängen. B. 66
- Befestigung der hölzernen Querschwellen auf eisernen Bahnbrücken. Von Schaechterle. A. 295*
- Der Abstand der Querschwellen in Gleisen und sein Einfluß auf die Größe der Achslasten. B. 379
- Oldenburgischer Oberbau mit eisernen Querschwellen auf eisernen Brücken. Von Schlodtmann. A. Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Taf. 36 415

Bahnoberbau, Schwellentränkung.
- Verwendung angekrankten Schwellenholzes und Schwellentränkverfahren im Kriege. Von Kern. A. 157*
- Neues Verfahren zur Imprägnierung von Holz. B. 173

Bahnunterhaltung, Allgemeines.
- Gleisverwerfung bei Gleisumbau. B. 18*
- „Climax"-Schraubenmuttersicherung für Eisenbahnlaschen. B. 19*
- Vorrichtung zum Nachziehen der Gleisbefestigungsschrauben. B. 19*
- Unkrautbeseitigung im Eisenbahngleis mit der Jätemaschine Scheuchzer. Von Saller. A. 41*
- Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln. Von Gläsel. A. 63*
- Gleisverlegungsarbeiten im Winter. B. 66
- Instandsetzung verschlissener Schienenstöße bei den schwedischen Staatsbahnen. B. 67
- Ergänzende Bemerkungen zu dem Artikel „Instandsetzung verschlissener Schienenstöße bei den schwed. Staatsbahnen". Z. 259*
- Überwachung des Gleiszustandes auf den Eisenbahnen Nordamerikas. B. 361
- Unkrautvertilgung auf den Bahnstrecken. Von Wöhrl. A. 373*
- Die autogene und elektrische Schmelzschweißung in der Bahnunterhaltung. Von Perzl. A. 381*
- Schienenabnützung auf elektrisch betriebenen Bahnen. B. 428
- Über Riffelbildung. B. 428

Bahnunterhaltung, Gleisstopfmaschinen.
- Wirtschaftlichkeit der Gleisstopfmaschine der Firma Friedrich Krupp, Modell 1925. Von Wöhrl. A. . . 386
- Gleisstopfmaschinen. A. 427*

Digitized by Google

Jahrg. 1926 Seite

Beleuchtung von Bahnanlagen.
— Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung. Z. 36*
— Die Beleuchtung auf Verschiebebahnhöfen. Von Möllering. A. 263*
— Beleuchtung eines amerikanischen Verschiebebahnhofes. B. 266
— Selbsttätige Beleuchtung der Stationsnamen beim Ziehen der Signale. B. 380*

Beleuchtung von Fahrzeugen.
— Die neuere Entwicklung der elektrischen Zugbeleuchtung bei der Deutschen Reichsbahn. Von Breuer. A. 127*

Betriebswissenschaftliche Untersuchungen.
— Fließarbeit im Wagenbau. B. 137
— Betriebswissenschaftliche Ziele im Eisenbahnwesen. B. 190
— Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst. Von Frohne. A. Hierzu Taf. 21 . . . . . 243*
— Einige Beispiele für Fließarbeit in einem Lokomotivausbesserungswerk. Von Ebert. A. 445*
— Wirtschaftliche Ausnutzung der Hebekranen in Lokomotivausbesserungswerken. Von Franke. A. . . . 450*
— Arbeits- und Zeitstudien in Eisenbahnausbesserungswerken. Von Staufer. A. 464*
— Über Mechanisierung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste. Von Frohne. A. Hierzu Taf. 40 und 41 490

Bogenbeweglichkeit von Fahrzeugen.
— Zeichnerische Untersuchung der Bogenbeweglichkeit von Eisenbahnfahrzeugen. Von Vogel. A. Hierzu Taf. 32 und 33 354

Bremsen an Fahrzeugen.
— Zur Frage der Bremsuntersuchungen beim Einlauf der Güterzüge. B. 69
— Vorschlag zur Neuberechnung der Handbremstafeln. Von Nußbaum. A. Hierzu Taf. 30 und 31 . . . 313*
— Luftdruckbremsversuche in den Vereinigt. Staaten. B. 396

Brücken (siehe auch Bahnoberbau auf Brücken).
— Zugrundelegung der Stoßziffern für geschweißte Schienenstöße bei der Berechnung von N-Brücken 17

Diesellokomotiven.
— Versuchsergebnisse der ersten amerikanischen Dieselelektrischen Lokomotive. B. 52
— Diesel-Getriebelokomotive 2-E-1 für die Staatsbahnen der U. S. S. R. Von Lomonossoff. A. 193*
— Diesel-elektrische Lokomotive von Baldwin. B. . 213
— Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetriebe, Bauart Rosen. B. 310*
— Schneider-Getriebe für Ölmotorlokomotiven. B. . . 311*
— Massut als Brennstoff der russischen Diesel-elektrischen Lokomotive. B. 343

Drehgestelle siehe Wagen.

Dynamik.
— Zur Dynamik des Eisenbahnoberbaues. Von Saller A. 149*
— Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Saller. A. 183*
— Zur Dynamik der Gleisfahrzeuge. Von Meineke. A. 206*
— Ablaufdynamik. Von Frölich. A. Hierzu Taf. 17 bis 20 . . . . . 237*
— Dynamik des Eisenbahnoberbaues. Von Saller. A. 422*
— Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Driessen. A. Hierzu Taf. 37 426

Eisenbahnbau, Linienführung.
— Wirtschaftliche Linienführung. Von Weber. A. . 1*
— Zur Frage der wirtschaftlichen Linienführung. Von Birk. A. 375*

Eisenbahnbetrieb siehe elektrische Eisenbahnen, Wirtschaftlichkeit der Eisenbahnen, Zugförderung.

Eisenbahnen verschiedener Länder.
— Das Eisenbahnsystem Chinas. B. 153
— Die Eisenbahnen Boliviens. B. 153
— Bahnbau in Guatemala. B. 172
— Die Verkehrsstraße von Kapstadt nach Kairo. Von Baltzer. A. 322*
— Die Katanga Eisenbahn. Von Baltzer. A. . . . 336*
— Fortschritte im Eisenbahnbau in der neuen Türkei. Von Laegel. A. 359*
— Neue Eisenbahnpläne in Peru. B. 393

Jahrg. 1926 Seite

Eisenbahngeschichte.
— Fünfzig Jahre Eisenbahngeschichte in Niederländisch-Indien. Von Leemans. A. 339
— Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive. Von Lomonossoff. A. 347 365 496

Eisenbahnoberbau siehe Bahnoberbau.
Eisenbahnunterbau siehe Bahnunterhaltung.
Eisenbahnwagen siehe Wagen.

Elektrische Eisenbahnen.
— Einführung des elektrischen Betriebes auf der Wiener Stadtbahn. Von Taschinger. A. 44*
— Elektrischer Eisenbahnbetrieb auf Neuseeland. B. . 122
— Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz. B. 138
— Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes im bayerischen Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Von Naderer. A. Hierzu Taf. 23 bis 28 . . . . . 270*
— Einiges über die elektrischen Bahnen Amerikas im Jahre 1925. B. 287
— Zur Einrichtung des elektrischen Betriebes auf der Paris—Orléans-Bahn. Von Homolatsch. A. . . . 288*
— Die Einführung des elektrischen Zugbetriebs auf den Berliner Stadtbahnen. B. 291
— Die Elektrisierung der Spanischen Nordbahnen. B. 293
— Einführung des elektrischen Betriebes auf dem chilenischen Teile der Transandenbahn. B. 293
— Über einen eigenartigen Unfall im elektrischen Zugbetrieb. B. 294

Elektrische Eisenbahnen, Streckenausrüstung.
— Die Unterhaltung der elektrischen Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen. B. 124
— Die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über die Ausführung und die Festigkeitsberechnung der Fahrleitungen für Wechselstrom-Fernbahnen. B. 293

Elektrische Lokomotiven.
— Elektrische Lokomotiven mit lotrechtem Motorantrieb. Von Homolatsch. A. Hierzu Taf. 4 . 39
— Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf d. Deutschen Verkehrsausstellung München 1925. Von Lotter und Wichert. A. Hierzu Taf. 12 . . . . . 109*
— Elektrische Lokomotive der Detroit, Toledo und Ironton Eisenbahn. Von Taschinger. A. 120*
— Über neuere elektrische Großlokomotiven. B. . . 122
— Normalisierung des Antriebsmechanismus elektrischer Schnellzuglokomotiven der S.B.B. B. 124
— 1-D-1 Elektrische Drehstrom-Lokomotive der Italienischen Staatsbahnen. B. 124
— Die elektrische Co + Co - Personen- und Güterzug-Lokomotive der Italienischen Staatsbahn. Gruppe E 620. Von Lotter. A. Hierzu Taf. 29 292

Fahrzeuge; allgemeine Fahrzeugteile (siehe auch Lokomotiven, Wagen).
— Schienenautobus. Von Pogány. A. 23*
— Querschnitt des frei zu haltenden Lichtraumes und Abmessungen der Fahrzeuge bei den englischen Eisenbahnen. B. 67
— Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 (ausnahmlich der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge). Von Wetzler. A. Hierzu Taf. 7 bis 11 . . . . . 71*
— Die Berechnung von zusammengesetzten Blattfedern. Von Helffer. A. 134*
— Die neuen verstärkten Schraubenkupplungen der Deutschen Reichsbahn. Von Neubert. A. Hierzu Taf. 13 . . . . . 141*
— Selbsttätige Kupplung in Japan. B. 155*
— Zur Dynamik der Gleisfahrzeuge. Von Meineke. A. 206*
— Zeichnerische Untersuchung der Bogenbeweglichkeit von Eisenbahnfahrzeugen. Von Vogel. A. Hierzu Taf. 32 und 33 354
— Schneeschleudern in Schweden. B. 362*
— Abnützung von Zahnradgetrieben bei Eisenbahnfahrzeugen. B. 413

Fernschreib- und Fernsprechwesen.
— Neuerungen im Telegraphenwesen der Österreichischen Bundesbahnen. Von Jelinek-Damer. A. . . . 11*

Digitized by Google

Jahrg. 1926 Seite

– Einführung der drahtlosen Zugtelephonie auf der Strecke Berlin—Hamburg. B. 36
– Funkverbindung zwischen Lokomotive und Zug. B. 414
Fließarbeit siehe betriebswissenschaftliche Untersuchungen.

Gasfüllanlagen.
– Das Umfüllen des Preßgases. Von Pontani. A. . 304* 343*

Geschäftsberichte.
– Die Schweizerischen Bundesbahnen während des Jahres 1924. B. 47
– Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das Geschäftsjahr 1925 391
Gleisbettung siehe Bahnoberbau.

Gleisbremsen.
– Die Wirkungsweise der ferngesteuerten Gleisbremsen. Von Pösentrup. A. 58
– Versuche und Erfahrungen mit der Gleisbremse System „Thyssenhütte". B. 69
– Neue Verschiebeanlagen mit Gleisbremsen in Amerika. B. 252*
Gleisstopfmaschinen siehe Bahnunterhaltung.
Güterwagen siehe Wagen.
Güterzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.

Hemmschuhe
– Erwiderung auf den Aufsatz „Einheitshemmschuh" in Heft 9, 1925. Z. 35
– Zur Hemmschuhfrage. Z. 344*

Internationaler Eisenbahnverband.
– Internationaler Eisenbahnverband. Tagung der Ausschüsse. A. Hierzu Taf. 1 15

Kraftwagenverkehr.
– Kraftomnibus-Verkehr der Boston- und Maine-Bahn. B. 66
– Die Durchdringung Afrikas mit dem Automobil und dem Flugzeug. B. 394*
Kupplungen siehe Fahrzeuge.

Linienführung siehe Eisenbahnbau.

Lokomotivbehandlungsanlagen.
– Kranlose Lokomotiv-Bekohlungsanlagen. Von Koblenz. A. Hierzu Taf. 16 . . . . . 209*
– Bekohlungswagen der schwedischen Staatsbahnen für regelbare Selbstentladung. B. 212
– Schrägaufzüge für Schlackenverladung. Von Schreier. A. Hierzu Taf. 34 . . . . . 390*
– Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb. Von Woeste. A. 408*
– Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen. Von Scharrer. A. Hierzu Taf. 39 . . 481*

Lokomotiven, Allgemeines. Theoretische Untersuchungen (siehe auch Diesellokomotiven, elektrische Lokomotiven, Versuche).
– Beiträge zur Kenntnis der Widerstände in dem Rohrsystem des Lokomotivkessels mit vergleichenden Untersuchungen über Widerstände und Wärmeübertragung. B. 34
– Mechanische Achslagerschmierung. B. 34
– Grenzen des Dampflokomotivbaues. B. 52
– Kritik über Untersuchungskosten für Lokomotiven der Erie-Bahngesellschaft. B. 68
– Lokomotivbestellungen in Amerika im Jahre 1925. B. 137
– Lokomotivfeuerung mit Braunkohlenbriketts unter besonderer Berücksichtigung der Funkenfängerfrage B. 155
– Versuche mit Gelenklokomotiven. B. 155
– Die Einstellung des Lokomotivrahmens auf den Ablaufbergen. Von Wittrock. A. Hierzu Taf. 15 198*
– Anfressungen an Kesselblechen und Heizrohren. B. 344
– Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive. Von Lomonossoff. A. 347 365 496
– Der Wärmeschutz der Dampflokomotiven. B. . . 364
– Kohlenersparnis mit Speisewasservorwärmern auf Lokomotiven. B. 395
– Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive. Z. 496
– Die Anpassung der Lokomotiven und Tender an Gleisunebenheiten. Von Uebelacker. A. . . . 497*
– Die Berechnung feuerloser Lokomotiven. Von Wichtendahl. A. Hierzu Taf. 42 . . . . . 506*

Jahrg. 1926 Seite

Lokomotiven, Bauart.
– Die Hochleistungs-Lokomotive der Boston- und Albany-Bahn. B. 48*
– Amerikanische Dreizylinder-Lokomotiven. B. . . . 50*
– 1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der amerikanischen Great Northern Bahn. B. 52
– Die vierfach gekuppelte Personenzuglokomotive in Europa. Z. 52*
– Verschiebelokomotive, Bauart Sentinel. B. 155
– Indische Schmalspur-Lokomotiven. Von Metzeltin. A. 165*
– 2 C 1 und 2 D 1 - h 2 Personenzug-Lokomotiven der Südafrikanischen Eisenbahnen. B. 174
– 1 E 2 - 2 h Lokomotiven der Texas- und Pacific-Bahn. B. 191
– 2 D - h 2 Schmalspur-Lokomotive der Madras- und Southern-Mahratta-Bahn. B. 191
– D 1 + 2 Z - h 4 v Reibungs- und Zahnradlokomotive der Nilgiri-Bahn (Indien). B. 213
– D-Verschiebelokomotive der Texas- und Pacific-Bahn mit Tender-Hilfsmaschine. B. 328*
– 2 C 1, 1 D 1 und 2 D 1 - h 2 Lokomotiven der Süd-Australischen Staatsbahnen. B. 329*
– Neue Lokomotiven für Brasilien. B. 343
– Verschiebelokomotiven mit Benzinmotoren für die französische Staatsbahn. B. 412
– 1 D 1 + 1 D 1 Garrat-Lokomotiven der Nitrate Railway in Chile. B. 496

Lokomotiven, Einzelteile (siehe auch Werkstätten nebst Einrichtungen).
– Versuche mit der Doppelverbundluftpumpe, Bauart Nielebock-Knorr. Von Draht. A. 512
– Vergrößerung der Reichweite der Lokomotivpfeife. B. 131*
– Lokomotivkessel mit Wasserrohr-Feuerbuchse. Von Mc. Clellon. B. 192
– Wasserkammern Bauart Nicholson, für Lokomotivfeuerbüchsen. B. 328*
– Der Abdampf-Injektor für Lokomotiven. B. . . 362
Lokomotivversuchsfahrten siehe Versuche. 363

Material siehe Stoffwesen.
Messen siehe Ausstellungen.
Motorwagen siehe Triebwagen.

Nachrufe siehe Persönliches.

Normung.
– Die Normung von Kolbenringen bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 453
– Normungsarbeiten an den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 495

Oberbau siehe Bahnoberbau.

Persönliches.
– Dr. H. Zimmermann zum 80. Geburtstag 18
– Generaldirektor Oeser † 211
– Geheimer Rat Dr. Ing. e. h. Manfred Krüger † . . 376
– Oberinspektor Kramer, Ruhestandsversetzung . . . 512
Personenwagen siehe Wagen.
Personenzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.

Preisausschreiben.
– Fristverlängerung zum Preisausschreiben für Spannungs- und Schwingungsmesser 20
– Preisausschreiben des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 269
– Ergebnis des Preisausschreibens zur Erlangung eines Spannungs- und Schwingungsmessers für die Bestimmung der dynamischen Beanspruchung eiserner Brücken 312

Radschuhe siehe Hemmschuhe.

Schienen siehe Bahnoberbau.
Schnellzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.
Schweißen siehe Bahnunterhaltung, Werkstätten.
Schwellen und Schwellentränkung siehe Bahnoberbau.

Signal- und Sicherungswesen.
– Zugbeeinflussungseinrichtungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 312

Digitized by Google

Jahrg. 1926
Seite

— Signaltechnische Mittel gegen das Auffahren von Zügen. Von Möllering. A. 325
Licht-Tagessignale bei der Reichsbahn. B. 329
— Die Sicherung der Niveau-Übergänge. B. 379
— Signale des elektrischen Zugbetriebes bei den Schweizerischen Bundesbahnen. B. 413*
— Sicherung von Fahrstraßen in Abzweiggleisen der freien Strecke in Norwegen. B. 429

Stoffe und Stoffwesen.
— Über Herstellung und Verarbeitung der Anstrichstoffe für Eisenbahnfahrzeuge und die Lieferungsbedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Von Arzt. A. 331
— Massut als Brennstoff der russischen Dieselelektrischen Lokomotive. B. 343
— Bewirtschaftung der Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen. Von Hromatka. A. . 371
— Hochwertiger Baustahl St 48. B. 428
— Bearbeitungsversuche mit hochwertigem Baustahl St 48. B. 429

Tagungen.
— Internationaler Eisenbahnverband. Tagung der Ausschüsse. A. Hierzu Taf. 1 15
— Internationaler Eisenbahn-Kongreß in London vom 22. Juni bis 2. Juli 1925. B. 46
— Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Friedrichshafen am 27./28. Mai 1926 . . . . . 308* 343
— Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel 1926. Von Przygode. A. 410

Telegraph, Telephon siehe Fernschreib- und Fernsprechwesen.

Triebwagen.
— Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse. Von Ebel. A. Hierzu Taf. 2, 3 und 6 . . . . . 19* 55*
— Neuer Motorwagen der kanadischen Nationalbahn. B. 173*
— Neuer Benzin-Triebwagen der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn. B. 379
— Gelenk-Dampftriebwagen der Bengal-Nagpur-Bahn. B. 413

Unterhaltung der Gleisanlagen siehe Bahnunterhaltung.

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.
— Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Friedrichshafen am 27./28. Mai 1926 . . . . . 308* 343

Vermessen von Lokomotiven siehe Werkstätten nebst Einrichtungen.

Verschiebetechnik (siehe auch Bahnanlagen, Gleisbremsen).
— Beschleunigungsantrieb, Bauart Pösentrup, zur Verbesserung der Wirkung der Ablaufberge. Von Kaempf. A. 61*
— Ziele und Wege der Verschiebetechnik unter besonderer Berücksichtigung der Münchener Verkehrsausstellung. Von Bäseler. A. 215*
— Ablaufdynamik. Von Frölich. A. Hierzu Taf. 17 bis 20 . . . . . 237*
— Ablaufversuche mit der Beschleunigungsanlage „Pösentrup-Heinrich" mit vier Schaltstufen. B. . 242
— Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst. Von Frohne. A. Hierzu Taf. 21 . . . . . 243*
— Neue Verschiebeanlagen mit Gleisbremsen in Amerika. B. 252*
— Verschiebedienst mit Akkumulatorlokomotiven. B. 253
— Bewährtes, Nichtbewährtes und Erhofftes für die Bewegung der Güterwagen in den Gefällbahnhöfen. Von Wöhrl. A. 254*
— Ein Vorschlag zur Ausbildung der ersten Verteilungsweiche in Verschiebebahnhöfen. Von Wagner. A. 260*
— Betriebsleitung eines großen Verschiebebahnhofs der Belgischen Staatseisenbahnen. B. 266
— Ziele und Wege der Verschiebetechnik. Von Derikartz. A. 420*
— Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weichen einer Verschiebeanlage. B. 429

Jahrg. 1926
Seite

— Beschleunigung des Verschiebebetriebs durch Verwendung von Fernschreibern. B. 429
— Beschädigung von Wagen in den Verschiebeanlagen verschiedener Systeme. Z. 430

Versuche.
— Versuchsergebnisse der ersten amerikanischen Dieselelektrischen Lokomotive. B. 52
— Versuche und Erfahrungen mit der Gleisbremse System „Thyssenhütte". B. 69
— Versuche mit der Doppelverbundluftpumpe, Bauart Nielebock-Knorr. Von Drath. A. 131*
— Versuche mit Gelenklomotiven. B. 155
— Ablaufversuche mit der Beschleunigungsanlage „Pösentrup-Heinrich" mit vier Schaltstufen. B. . 242
— Luftdruckbremsversuche in den Vereinigten Staaten. B. 396
— Bearbeitungsversuche mit hochwertigem Baustahl St 48. B. 429
— Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen. Von Scharrer. A. Hierzu Taf. 39 . . 481*

Wagen und Einzelteile von Wagen (siehe auch Triebwagen).
— Rissebildungen an Wagenachsen. B. 34*
— Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 (ausnahmlich der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge). Von Wetzler. A. Hierzu Taf. 7 bis 11 . . . . . 71*
— 20 t-Wagen bei der englischen Großen Westbahn. B. 139
— Änderung der Achsschenkel der Wagenradsätze bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft 152
— Betätigung der Wagentüren mit Druckluft. B. . . 174
— Neuartiger eiserner Güterwagen. B. 344
— D-Zugwagen für die Ostkusbaners Aktiebolag Gävle. B. 361*
— Die Lokomotiv-Meßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Von Nordmann. A. Hierzu Taf. 35 397*
— Die neuen Personenwagen der elektrisierten nördlichen Vorortstrecken Berlins. B. 412*
— Große Kesselwagen. B. 413*

Werkstätten nebst Einrichtungen (siehe auch betriebswissenschaftliche Untersuchungen).
Zwanzig Jahre Lokomotiv-Prüfstand der Pennsylvania-Bahn in Altoona. B. 68
— Kritik über Untersuchungskosten für Lokomotiven der Erie-Bahngesellschaft. B. 68
— Fahrbarer Bockkran für Bahnbetriebswerke. B. . . 68*
— Neuartiges Trichloräthylen-Wasch- und Entölungsverfahren für Eisenbahn-Fahrzeugteile. Von Luther. A. 169*
— Elektrische Erwärmung von Radreifen für Lokomotiven und Wagen. Von Draeger. A. 188*
— Nachschleifen unrunder Eisenbahnräder. B. . . . 327
— Ausbesserung von abgenutzten Lokomotivteilen durch Schleifen. B. 327
— Werkorganisation im Lokomotivbau bei der Paris-Orléans-Bahn. B. 378
Neue Vorschläge zum Vermessen von Dampflokomotiven. Von Janisch. A. 431*
— Federprüfmaschinen. Von Irion. A. 443*
— Wirtschaftliche Ausnutzung der Hebekranen in Lokomotivausbesserungswerken. Von Franke. A. . . 450*
— Die neue Werkstätte für Elektroschweißung beim Eisenbahnausbesserungswerk Ingolstadt. Von Grimm. A. Hierzu Taf. 38 . . . . . 454*
— Amerikanische Werkstätte für Wagen-Ausbesserungen. B. 457
— Das autogene Schweißen von kupfernen Feuerbüchsen. Von Prinz. A. 458*
— Die Rohrpostanlage im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte. Von Berens. A. 462*
— Drehzahlveränderliche Elektroantriebe in Eisenbahnwerkstätten mit besonderer Berücksichtigung des Stromartproblems. Von Grundherr. A. 479
— Entkupplungshammer. B. 480*
— Vermessen von Lokomotivradsätzen mit ungekröpften und gekröpften Achsen auf dem neuen AEG-Meßstand. B. 494

Wirtschaftlichkeit der Eisenbahnen.
— Wirtschaftliche Zugförderung. Von Weber. A. . 37
— Einige Preise zur Kennzeichnung der Wirtschaftslage. B. 47

Digitized by Google

Jahrg. 1926 Seite

— Über den Aufbau und Charakter der Kosten von Eisenbahnbetrieben. B. 65
— Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz. B. 138

Zugbeeinflussungseinrichtungen (siehe auch Signal- und Sicherungswesen).
— Zugbeeinflussungseinrichtungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 312

Zugförderung (siehe auch elektrische Eisenbahnen).
— Wirtschaftliche Zugförderung. Von Weber. A. . . 37
— Außergewöhnlicher Langlauf einer Güterzuglokomotive in den Vereinigten Staaten. B. 363

Jahrg. 1926 Seite

Zuschriften an die Schriftleitung.
— Erwiderung auf den Aufsatz „Einheitshemmschuh" in Heft 9, 1925 35
— Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung 36*
— Die vierfach gekuppelte Personenzuglokomotive in Europa 52*
— Ergänzende Bemerkungen zu dem Artikel „Instandsetzung verschlissener Schienenstöße bei den schwed. Staatsbahnen 259*
— Zur Hemmschuhfrage 344*
— Beschädigung von Wagen in den Verschiebeanlagen verschiedener Systeme 430
— Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive . . 496

II. Buchbesprechungen.

Jahrg. 1926 Seite

Alois von Negrelli, Die Lebensgeschichte eines Ingenieurs. Von Birk 268

Bau der Lidingöbrücke bei Stockholm. Von Schaper. 345
Brücken in Eisenbeton. Von Kersten 70

Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Münzinger 69
Das Deutsche Patentrecht. Von Damme und Lutter . . 176
Das Lackiererbuch. Von Wenzel 364
Das selbsttätige Kuppeln von Eisenbahnwagen. Von Paap 176
Denkschrift der Gleisbaumaschinenfabrik Robel & Co., München 364
Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung. Von Dörnen 156
Die Eisenbahntelephonie. Von Pahl 70
Die Eisenbahn-Elbbrücke in Meißen. Von Karig . . 176
Die elektrischen Maschinen. Von Liwschitz 496
Die Erfindung der Lokomotive und ihre Entwicklung in Österreich. Von Saurau 54
Die Fahrleitungsanlagen für elektrische Bahnen. Von Jacobs 192
Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Zweiter Band. Von Schubert-Roudolf 70
Die Wiederherstellung der Eisenbahnen auf dem östlichen Kriegsschauplatz. Von Kretzschmann 70
Die Wirkung wagrechter Kräfte bei eisernen Brücken. Von Karig 192
Die zeitgemäße Heißdampflokomotive. Von Garbe . 214
Diesellokomotiven und ihr Antrieb. Von Bauer. . . 156
Der Eisenbeton. Von Saliger 156
Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege. Von Merkert 414
Der Tunnel, Band II. Von Lucas 346
Der Verein Deutscher Maschinenbauanstalten und seine Mitglieder (V.D.M.A.-Adreßbuch) 176

Einfluß der Fliehkräfte auf Eisenbahnbrücken. Von Kommerell und Schulz 176
Eisenbahnbetriebshandbuch. Von Breusing 175
Eisenbahnbetriebslehre. Von Heinrich und Manker . 175
Elektrische Lichtbogenschweißung. Von Meller . . . 192
Esselborn, Erinnerungen eines alten Technikers 268

Grundzüge der Schmiertechnik. Von Falz 346

Jahrg. 1926 Seite

Handbibliothek für Bauingenieure, II. Teil, Eisenbahnwesen und Städtebau, II. Band, Linienführung. Von Giese, Blum und Risch 19
Hebe- und Förderanlagen. Erster Band. Von Aumund 396
Hilfsbuch für Telegraphenmechaniker. Von Möllering 214
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch. 25. Auflage. I. Band 174
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch. 25. Auflage. II. Band 514

Knickfestigkeit der Stabverbindungen. Von Zimmermann 140

Leitfaden für die Herstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn. Von Möllering 268
Locomotive Cyclopedia of American Practice 54
Lokomotiv-Versuche in Rußland. Von Lomonossoff. 140

Normblattverzeichnis 496

Organisation und Selbstkostenberechnung in Maschinenfabriken. Von Meyenberg. 346

Rahmenformeln. Von Kleinlogel 140

Schwindspannungen in Trägern aus Eisenbeton. Von Herzka 176
Statik der Baugewerkschulen und Baugewerksmeister Von Zillich 364

Taschenbuch für alle Werkstättenangehörigen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf das Jahr 1926. Von Martens 70
Technische Blätter der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur 414
Theoretisches aus dem Wagenbau. Von Kreissig . . 156

Unterrichtsblätter über Fernmeldetechnik. Von Odenbach 364

Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb. 2. Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche . . . 70

Zur Leistung von Streckengleisen und Bahnsteiggleisen. Von Cauer 140

Digitized by Google

III. Namenverzeichnis.

Die Aufsätze sind mit A., die Buchbesprechungen mit Bb. bezeichnet. * = Abbildungen im Text.

Jahrg. 1926 Seite

Arzt. Über Herstellung und Verarbeitung der Anstrichstoffe für Eisenbahnfahrzeuge und die Lieferungsbedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. A. 331
Aumund. Hebe- und Förderanlagen. I. Band. Bb. 396

Bäseler. Ziele und Wege der Verschiebetechnik unter Berücksichtigung der Münchener Verkehrsausstellung. A. 215*
Baltzer. Die Katanga-Eisenbahn. A. 336*
— Die Verkehrsstraße von Kapstadt nach Kairo. A. 322*
Bauer. Diesellokomotiven und ihr Antrieb. Bb. . . 156
Berens. Die Rohrpostanlage im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte. A. 462*
Birk. Alois von Negrelli. Die Lebensgeschichte eines Ingenieurs. Bb. 268
— Zur Frage der wirtschaftlichen Linienführung. A. . 375*
Block. Der neue Zweispindelaufzug für Bahnsteige. A. 168*
Breuer. Die neuere Entwicklung der elektrischen Zugbeleuchtung bei der Deutschen Reichsbahn. A. . 127*
Breusing. Eisenbahnbetriebshandbuch. Bb. 175

Cauer. Zur Leistung von Streckengleisen und Bahnsteiggleisen. Bb. 140

Damme und Lutter. Das deutsche Patentrecht. Bb. 176
Derikartz. Ziele und Wege der Verschiebetechnik. A. 420*
Diehl. Reichsoberbau und Schienenstoff. A. 302
Dornen. Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung. Bb. 156
Draeger. Elektrische Erwärmung von Radreifen für Lokomotiven und Wagen. A. 188*
Draht. Versuche mit der Doppelverbundluftpumpe, Bauart Nielebock-Knorr. A. 131*
Driessen. Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. A. Hierzu Taf. 37 426

Ebel. Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse. A. Hierzu Taf. 2, 3 und 6 . . . . . 19* 55*
Ebert. Einige Beispiele für Fließarbeit in einem Lokomotivausbesserungswerk. A. 445*

Faatz. Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch das Walzverfahren. A. Hierzu Taf. 14 177* 364
Falz. Grundzüge der Schmiertechnik. Bb. 346
Franke. Wirtschaftliche Ausnutzung der Hebekrane in Lokomotivausbesserungswerken. A. 450*
Frölich. Ablaufdynamik. A. Hierzu Taf. 17 bis 20 237*
Frohne. Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst. A. Hierzu Taf. 21 . . . . . 243*
— Über Mechanisierung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienst. A. Hierzu Taf. 40 u. 41 490

Garbe. Die zeitgemäße Heißdampflokomotive. Bb. 214
Giese, Blum, Risch. Handbibliothek für Bauingenieure II. Teil. Eisenbahnwesen und Städtebau. II. Band. Linienführung. Bb. 19
Grimm. Die neue Werkstätte für Elektroschweißung beim Eisenbahnausbesserungswerk Ingolstadt. A. Hierzu Taf. 38 . . . . . 454*
Grundherr. Drehzahlveränderliche Elektroantriebe in Eisenbahnwerkstätten mit besonderer Berücksichtigung des Stromartproblems. A. 479

Heinrich und Manker. Eisenbahnbetriebslehre. Bb. 175
Helffer. Die Berechnung von zusammengesetzten Blattfedern. A. 134*
Herzka. Schwindspannungen in Trägern aus Eisenbeton. Bb. 176
Hildebrand. Gleis auf gewalzter Steinschlagbettung. A. 5*
Höfer. Bogenabsteckung mit Hilfe von Evolventenunterschieden. A. Hierzu Abb. 6 bis 7. Taf. 36 417
Homolatsch. Elektrische Lokomotiven mit lotrechtem Motorantrieb. A. Hierzu Taf. 4. 39
— Zur Einrichtung des elektrischen Betriebs auf der Paris—Orléans-Bahn. A. 8* 28
Hromatka. Bewirtschaftung der Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen. A. 371

Irion. Federprüfmaschinen. A. 443*

Jacobs. Die Fahrleitungsanlagen für elektrische Bahnen. Bb. 192
Janisch. Neue Vorschläge zum Vermessen von Dampflokomotiven. A. 431*
Jelinek-Donner. Neuerungen im Telegraphenwesen der Österreichischen Bundesbahnen. A. 11*

Kaempf. Beschleunigungsantrieb Bauart Pösentrup zur Verbesserung der Wirkung der Ablaufberge. A. 61*
Karig. Die Eisenbahn-Elbbrücke in Meißen. Bb. . . 176
— Die Wirkung wagrechter Kräfte bei eisernen Brücken. Bb. 192
Kern. Verwendung angekrankten Schwellenholzes und Schwellentränkverfahren im Kriege. A. 157*
Kersten. Brücken in Eisenbeton. Bb. 70
Kleinlogel. Rahmenformeln. Bb. 140
Koblenz. Kranlose Lokomotiv-Bekohlungsanlagen. A. Hierzu Taf. 16 . . . . . 209*
Kommerell und Schulz. Einfluß der Fliehkräfte auf Eisenbahnbrücken. Bb. 176
Kreissig. Theoretisches aus dem Wagenbau. Bb. . 156
Kretzschmann. Die Wiederherstellung der Eisenbahnbrücken auf dem östlichen Kriegsschauplatz. Bb. . 70

Laegel. Fortschritte im Eisenbahnbau in der neuen Türkei. A. 359*
Leemans. Fünfzig Jahre Eisenbahngeschichte in Niederländisch Indien. A. 339*
Liwschitz. Die elektrischen Maschinen. Bb. 496
Lomonossoff. Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive. A. 347 365 496
— Diesel-Getriebelokomotive 2-E-1 für die Staatsbahnen der U.S.S.R. A. 193*
— Lokomotiv-Versuche in Rußland. Bb. 140
Lotter. Die elektrische Co + Co Personen- und Güterzuglokomotive der italienischen Staatsbahn. Gruppe E. 620. A. Hierzu Taf. 29 . . . . . 292*
Lotter und Wichert. Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925. A. Hierzu Taf. 12 . . . . . 109*
Luther. Neuartiges Trichlorätylen-Wasch- und Entölungsverfahren für Eisenbahn-Fahrzeugteile. A. . 169*

Marek. Verkürzte Kreuzungsweichen. A. Hierzu Taf. 22 267
Martens. Taschenbuch für alle Werkstättenangehörigen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf das Jahr 1926. Bb. 70
Meineke. Zur Dynamik der Gleisfahrzeuge. A. . . 206*
Meller. Elektrische Lichtbogenschweißung. Bb. . . 192
Merkert. Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege. Bb. 414
Metzeltin. Indische Schmalspur-Lokomotiven. A. . 165*

Digitized by Google

Jahrg. 1926 Seite

Meyenberg. Organisation und Selbstkostenberechnung in Maschinenfabriken. Bb. 346
Möllering. Die Beleuchtung auf Verschiebebahnhöfen. A. 263*
– Hilfsbuch für Telegraphenmechaniker. Bb. 214
– Leitfaden für die Herstellung elektr. Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn. Bb. 268
– Signaltechnische Mittel gegen das Auffahren von Zügen. A. 325
– Münzinger. Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Bb. 69

Naderer. Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes im bayerischen Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. A. Hierzu Taf. 23 bis 28 270*
Neubert. Die neuen verstärkten Schraubenkupplungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. A. Hierzu Taf. 13 . . . . . 141*
Nordmann. Die Lokomotiv-Meßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. A. Hierzu Taf. 35 . . . 397*
Nowotny. Über die elektrische Leitfähigkeit von Holzschwellen. A. 13
Nußbaum. Vorschlag zur Neuberechnung der Handbremstafeln. A. Hierzu Taf. 30 und 31 . . . . . 313*

Odenbach. Unterrichtsblätter über Fernmeldetechnik. Bb. 364

Paap. Das selbsttätige Kuppeln von Eisenbahnwagen. Bb. 176
Pahl. Die Eisenbahntelephonie. Bb. 70
Perzl. Die autogene und elektrische Schmelzschweißung in der Bahnunterhaltung. A. 381*
Pösentrup. Die Wirkungsweise der ferngesteuerten Gleisbremsen. A. 58*
Pogány. Schienenautobus. A. 23*
Pontani. Das Umfüllen des Preßgases. A. 304* 343*
Prinz. Das autogen Schweißen von kupfernen Feuerbüchsen. A. 458*

Saliger. Der Eisenbeton. Bb. 156
Saller. Dynamik des Eisenbahnoberbaues. A. . . . 422*
– Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. A. 183*
– Unkrautbeseitigung im Eisenbahngleis mit der Jätemaschine Scheuchzer. A. 41*
Saurau. Die Erfindung der Lokomotive und ihre Entwicklung in Österreich. Bb. 54
Schaechterle. Befestigung der hölzernen Querschwellen auf eisernen Bahnbrücken. A. 295*
Schaper. Bau der Lidingöbrücke bei Stockholm. Bb. 345
Scharrer. Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen. A. Hierzu Taf. 39 . . . . . 481*
Scheibe. Weglassen der Stoßlücke im Hohlschwellengleis. A. 148*

Jahrg. 1926 Seite

Schlodtmann. Der Reichsoberbau auf Holzschwellen. A. 125*
– Oldenburgischer Oberbau mit eisernen Querschwellen auf eisernen Brücken. A. Hierzu Abb. 1 bis 5, Taf. 36 415
Schreier. Schrägaufzüge für Schlackenverladung. A. Hierzu Taf. 34 . . . . . 390*
Schubert-Roudolf. Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Zweiter Band. Bb. 70
Staufer. Arbeits- und Zeitstudien in Eisenbahnausbesserungswerken. A. 464

Taschinger. Einführung des elektrischen Betriebes auf der Wiener Stadtbahn. A. 44*
– Elektrische Lokomotive der Detroit, Toledo und Ironton-Eisenbahn. A. 120*

Uebelacker. Die Anpassung der Lokomotiven und Tender an Gleisunebenheiten. A. 497*

Vogel. Zeichnerische Untersuchung der Bogenbeweglichkeit von Eisenbahnfahrzeugen. A. Hierzu Taf. 32 u. 33 354

Waas. Die Bedeutung der Scheibe-Schwelle. A. . 14
Wagner. Ein Vorschlag zur Ausbildung der ersten Verteilungsweiche in Verschiebebahnhöfen. A. . . 260*
Wattmann. Querverschiebung geschweißter Gleiskurven. A. 306
Weber. Wirtschaftliche Linienführung. A. 1*
– Wirtschaftliche Zugförderung. A. 37
Wenzel. Das Lackierer Buch. Bb. 364
Wetzler. Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 (ausnahmlich der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge). A. Hierzu Taf. 7 bis 11 . . . . . 71*
Wichert und Lotter. Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925. A. Hierzu Taf. 12 . . . . . 109*
Wichtendahl. Die Berechnung feuerloser Lokomotiven. A. Hierzu Taf. 42 . . . . . 506*
Wittrock. Die Einstellung des Lokomotivrahmens auf den Ablaufbergen. A. Hierzu Taf. 15 . . . . . 198*
Wöhrl. Bewährtes, Nichtbewährtes und Erhofftes für die Bewegung der Güterwagen in den Gefällbahnhöfen. A. 254
– Der Ebertsche Schienenstoß mit tragender Unterlage und nicht tragenden Laschen. A. 151
– Unkrautvertilgung auf den Bahnstrecken. A. . . . 373*
– Wirtschaftlichkeit bei der Berichtigung der Höhen- und Richtungsverhältnisse der Eisenbahngleise. A. 28*
– Wirtschaftlichkeit der Gleisstopfmaschinen der Firma Friedrich Krupp, Modell 1924. A. 386
Woeste. Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb. A. 408*

Zillich. Statik der Baugewerkschulen und Baugewerksmeister. Bb. 364
Zimmermann. Knickfestigkeit d. Stabverbindungen. Bb. 140

Digitized by Google

Orga
Te
Schriftleit
81. Jahrgang

Die wirts
letzten Jahren
namentlich von
Ia gradiente
kehrstechnisch
1924). Ferne
Petersen ir
bahn Berlin
seinem Habilit
1924). Die
gemeinen zug
wobei auch d
Rolle spielt.
Berechnungen
das Gebiet
wendung der
Verallgemein
der Verfasser

Alle ge
legenden Sa
und der kap
müssen. H
scheiden all
zu lassen s
nicht an de
ist, welchen
im Eisenbah
1920). Es
und Tilgun
Verfrachter
so die Er
die Bauko
es sich u
bestehen
Betriebsko
durchgehe
handelt F
Aufsätze
Woche 19
lich der
bahnlinie
Eberbach
durchzieh
verloren
über Fr
141 km
etwa 80
Kosten
trotz ei
als bei

Di
Arbeite
möglich
nur se
as Pr
erfass
estellt
Org

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | 15. Januar 1925 | Heft 1

Wirtschaftliche Linienführung.

Von Oberregierungsbaurat Wilhelm Weber in Coblenz.

Die wirtschaftliche Linienführung von Eisenbahnen ist in den letzten Jahren von mehreren Fachgenossen behandelt worden, namentlich von Oberregierungsbaurat Rintelen in seinem Werke: »La gradiente economica« und in den Aufsätzen in der »Verkehrstechnischen Woche« (Hefte 24, 1920; 39/40, 1923; 3/4, 1924). Ferner haben sich mit dem Gegenstande befafst Professor Petersen in Danzig (Die zweckmäfsige Steigung der Eisenbahn, Berlin 1921) und Regierungsbaurat Dr. Ing. Bäseler in seinem Habilitationsvortrag (Verkehrstechnische Woche, Heft 37, 1924). Die Ergebnisse der Untersuchungen sprechen im allgemeinen zugunsten der Linienführung mit stärkeren Steigungen, wobei auch der hohe Stand des modernen Lokomotivbaues eine Rolle spielt. Es soll hier keineswegs die Richtigkeit der Berechnungen bestritten werden, aber es dürfte angezeigt sein, das Gebiet scharf zu umgrenzen, innerhalb dessen die Anwendung der Berechnungen angebracht ist, um unzulässigen Verallgemeinerungen vorzubeugen, die gewifs nicht im Sinne der Verfasser liegen.

Alle genannten Untersuchungen fufsen auf dem grundlegenden Satze Launhards, dafs die Summe der Baukosten und der kapitalisierten Betriebskosten einen Kleinstwert bilden müssen. Hier ergibt sich schon die erste Beschränkung. Es scheiden alle Fälle aus, bei welchen die Baukosten aufser Acht zu lassen sind. Ausdrücklich sei aber bemerkt, dafs hierbei nicht an den Fall der Vernachlässigung der Baukosten gedacht ist, welchen Rintelen in seinem Aufsatze: »Wirtschaftlichkeit im Eisenbahnbau« erwähnt (Verkehrstechnische Woche, Heft 24, 1920). Es wird also nicht der Verzicht auf die Verzinsung und Tilgung der Baukosten nur deshalb gefordert, damit den Verfrachtern billige Frachtsätze gewährt werden können, um so die Erschliefsung des Landes besser zu fördern. Aber die Baukosten spielen unzweifelhaft dann keine Rolle, wenn es sich um den Vergleich von zwei oder mehreren längst bestehenden Eisenbahnen handelt. Alsdann sind nur die Betriebskosten für die Ermittlung der günstigsten Leitung des durchgehenden Güterverkehrs entscheidend. Diese Frage behandelt Professor Dr. Wilh. Müller, Dresden, in seinem Aufsatze über wirtschaftliche Zugförderung (Verkehrstechnische Woche 1922, Hefte 26 bis 28). Müller vergleicht hinsichtlich der Beförderungskosten für Güterzüge die beiden Eisenbahnlinien, welche die Knotenpunkte Hanau am Main und Eberbach am Neckar verbinden. Die kürzere, 88 km lang, durchzieht den Odenwald mit Steigungen bis 1 : 70 und 282 m verlorener Steigung. Die längere Linie umfährt das Gebirge über Frankfurt am Main—Darmstadt—Heidelberg; sie ist 141 km lang, hat Steigungen bis höchstens 1 : 160 und nur etwa 80 m verlorene Steigung. Müller berechnet, dafs die Kosten der Beförderung von Güterzügen auf der längeren Linie trotz eines Umweges von 60 % noch fast 50 % geringer sind als bei der Beförderung über die Gebirgsbahn.

Diese Untersuchungen sprechen im Gegensatze zu den Arbeiten Rintelens, Petersens und Bäselers zugunsten möglichst flach geneigter Bahnen. Aber der Widerspruch ist nur scheinbar und verschwindet bei tieferem Eindringen in das Problem. Immerhin sind Verwirrungen möglich und vom Verfasser dieses Aufsatzes sogar bei Fachgenossen schon festgestellt worden.

Man könnte einwenden, das Müllersche Beispiel gehöre nicht hierher, weil die Untersuchungen über die wirtschaftliche Linienführung nur auf neu herzustellende Bahnen Anwendung finden sollen. Indessen zeigen die Ausführungen Rintelens im Aufsatze: »Der Wirkungsgrad der Hebung bei Gebirgsbahnen« (Verkehrstechnische Woche 1924, Heft 3/4), dafs sie auch zur kritischen Prüfung der Frage dienen sollen, ob bestehende Bahnen, z. B. die Gotthardbahn und die Schwarzwaldbahn, richtig oder falsch geführt sind.

Wenn im Anfange des Eisenbahnwesens, als weder die Odenwaldquerbahn noch die Odenwaldumfahrungsbahn zwischen Hanau und Eberbach bestanden, der Beschlufs gefafst worden wäre, diese beiden Städte durch eine Eisenbahn zu verbinden und wenn man die genannten Vergleichslinien nach obigen Theorien geprüft hätte, so würde mit gröfster Wahrscheinlichkeit die Querbahn als die wirtschaftlich richtige Lösung sich herausgestellt haben. Bei nur 88 km Länge und mangels besonderer technischer Schwierigkeiten im Vergleiche mit der 141 km langen Umfahrungsbahn sind die Baukosten der erstgenannten Linie jedenfalls so erheblich geringer, dafs bei einem im Anfange noch unbedeutenden Durchgangsverkehr die betrieblichen Mehrkosten hinter dem Mehrbetrag des Zinsendienstes der längeren Linie zurückbleiben. Es wäre aber sinnlos, aus diesem Grunde die Linie Hanau—Frankfurt—Heidelberg—Eberbach für verfehlt zu erklären, denn die genannten Städte müssen doch unter sich durch Eisenbahnen verbunden sein, die auch im wesentlichen kaum anders geführt werden konnten als es geschehen ist. Mit gröfserem Rechte könnte die später erbaute Querbahn beanstandet werden, weil sie betrieblich unzweifelhaft ungünstiger ist als die Umfahrungsbahn. Man kann diese auch nicht als »künstliche Längenentwicklung« bezeichnen. Die Erörterung zeigt, dafs es bedenklich ist, die Berechnungen über die günstigste Linienführung ohne weiteres auf weitausgedehnte Eisenbahnverbindungen anzuwenden, welche sehr verschiedenen Verkehrsaufgaben dienen. Dies lehrt auch eine kurze Betrachtung der Gotthardbahn und der Schwarzwaldbahn.

Bei beiden Bahnen beanstanden die Kritiker wohl hauptsächlich die bekannten künstlichen Längenentwicklungen mit den teuren Kehrtunneln und Schleifen, die besser durch kürzere und billigere, aber stärker geneigte Strecken ersetzt worden wären. Aber vor der Prüfung dieser Frage mufs man die Linien im ganzen betrachten.

Die Gotthardbahn stellt sich dar als Hauptverbindung Italiens mit grofsen Teilen der Schweiz, Deutschlands und den nördlichen Nachbarstaaten. Lange bevor der Plan dieser internationalen Linie erwogen wurde (er wird im Jahre 1852 zum erstenmal erwähnt), war der bis zum Jahre 1838 zurückgehende Plan der Alpenüberschienung im Osten der Schweiz mit Untertunnelung des Splügenpasses Gegenstand der Erörterung. Die Verbindung sollte von Mailand über Chiavenna—Chur gesucht werden, von dort einerseits nach Zürich zum Anschlusse der Mittel- und Westschweiz, andererseits nach Lindau und Konstanz zum Anschlusse an das deutsche Eisenbahnnetz.

Es würde zu weit führen, die Gründe zu erörtern, weshalb schliefslich die Splügenlinie und noch andere Wettbewerbspläne zugunsten der Gotthardlinie aufgegeben wurden, weil es hier nur auf die eisenbahntechnische Prüfung ankommt. Diese aber

Digitized by Google

ergibt, dafs die Splügenlinie mit weit geringerer verlorener Steigung, als sie die Gotthardlinie aufweist, ausführbar ist, dafs die Steigungsverhältnisse auch ohne künstliche Längenentwicklung erheblich günstiger sich gestalten und dafs für die wichtigsten Verkehrsbeziehungen die Verbindungen kürzer werden. Wenn man vor Erbauung der Gotthardbahn als Vergleichslinien etwa die Verbindung Zürich—Mailand über den Gotthard und den Splügen geprüft hätte, so würde unzweifelhaft die Summe der Baukosten und kapitalisierten Betriebskosten bei der Splügenbahn den Kleinstwert ergeben haben, ganz gleichgültig, ob der Gotthardplan künstliche Längenentwicklung mit Rampensteigung 1 : 38 oder schlankere Linienführung mit Steigungen etwa bis 1 : 20 vorgesehen hätte. Diese Untersuchung wird daher sehr nebensächlich; sie wird gewissermafsen ein Versuch am untauglichen Objekt angesichts der Tatsache, dafs die ganze Gotthardbahn als internationale Verkehrslinie eisenbahntechnisch verfehlt ist. Sie ist wenigstens nicht die beste aller möglichen Verbindungen für den wichtigen deutsch-italienischen Verkehr, die wie in so vielen Fällen überhaupt noch nicht gebaut ist. Dafs der Bahningenieur bei der Gotthardbahn das Steigungsverhältnis durch Vertragsklauseln sich hat vorschreiben lassen, wie Rintelen beklagt (Verkehrstechnische Woche 1924, Heft 3/4, Seite 17), ist nicht das Schlimmste, was ihm passiert ist. Schlimmer ist, dafs er sich die richtige Linienführung hat aus der Hand winden lassen, um die von Diplomaten und Kapitalisten festgelegte Gotthardbahn als gehorsamer Diener auszuführen. Als Trost bleibt bestehen, dafs die Splügenbahn schliefslich doch noch gebaut werden wird, denn die Ostschweiz hat seiner Zeit bindende Zusicherungen erhalten, und dafs sie dann der fortgeschrittenen Eisenbahntechnik entsprechend voraussichtlich besser ausgeführt wird, als dies vor 50 oder 60 Jahren der Fall gewesen wäre.

Wenn die Gotthardbahn vom grofsen europäischen Durchgangsverkehr einmal durch die Simplon- und die Splügenbahn befreit sein wird, dann behält sie nur noch Bedeutung für Verkehr von Teilen der Schweiz untereinander und mit Italien. Wenigstens ist dies dann der Fall, wenn man nicht aus anderen Gründen Durchgangszüge auf ihr beläfst, die betrieblich wirtschaftlicher über eine der anderen Linien gefahren würden. Die Gotthardbahn ist dann nicht viel anders zu bewerten als die übrigen Erschliefsungs- und Touristenbahnen der Schweiz. Unter diesem Gesichtspunkte hat die Untersuchung Zweck, ob zur Erschliefsung des oberen Reufstales zwischen Amsteg und Göschenen die künstliche Längenentwicklung oder steilere schlanke Führung angebracht ist. Die Erschliefsungsbahn würde wohl auch nur eingleisig und ohne einen 15 km langen Gotthardtunnel erbaut worden sein.

Kaum anders ist die Sachlage bei der badischen Schwarzwaldbahn. Sie verbindet die Knotenpunkte Offenburg und Singen. Als ihre erste Teilstrecke Offenburg—Hausach am 2. Juli 1866 eröffnet wurde, bestand schon seit mehr als drei Jahren die Verbindung Offenburg—Singen über Basel—Waldshut, welche gröfstenteils im Rheintale verläuft. Die Schwarzwaldbahn, 149,2 km lang, hat zwischen Singen und Offenburg 436 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 50. Die Vergleichslinie würde bei fehlerfreier Ausführung 227,7 km lang, dabei aber keine verlorene Steigung und als Höchststeigung etwa 1 : 200 aufweisen. Die schlimmsten Fehler können beseitigt werden. Es sind dies eine Strecke bei Schaffhausen mit Steigung 1 : 62 und 34 m verlorener Steigung, wo im Zusammenhange mit der dringend notwendigen Umgestaltung der Bahnanlagen bei Schaffhausen eine Abflachung auf 1 : 200 nebst Streckenkürzung von 2,8 km und Ausmerzung der verlorenen Steigung erzielt wird, und die östliche Ausbiegung über Freiburg i. B. mit 38 m verlorener Steigung, welche durch eine Güterlinie Riegel—Krozingen bei gleichzeitiger Streckenkürzung um 7,0 km ausgeschaltet wird. Aber auch ohne diese Verbesserungen wird eine Berechnung nach Professor Müller unzweifelhaft die Überlegenheit der Schwarzwaldumfahrungsbahn Singen—Basel—Offenburg ergeben. Sie entspricht in ihren betrieblichen Verhältnissen ungefähr der Odenwaldumfahrungsbahn, während die Schwarzwaldquerbahn betrieblich noch viel ungünstiger ist, als die Odenwaldquerbahn Hanau—Eberbach.

Für den gröfsten Teil des Durchgangsverkehrs der badischen Schwarzwaldbahn zwischen dem nordwestlichen Deutschland, den Niederlanden und Belgien einerseits, dem Bodensee, der Ostschweiz, Vorarlberg und Tirol anderseits ist die östlich des Schwarzwaldes über Pforzheim—Tuttlingen verlaufende Bahn betrieblich vorteilhafter, besonders nach Ausführung einiger wohlbegründeten Verbesserungen, weil zu den günstigeren Steigungsverhältnissen noch beträchtliche Abkürzungen kommen.

Es ergibt sich also, dafs die Schwarzwaldbahn für grofsen Durchgangsverkehr überhaupt nicht hätte gebaut werden dürfen, denn es gibt hierfür bessere Möglichkeiten. Hierbei spielt es auch keine Rolle, ob die Teilstrecke Hornberg—Sommerau künstliche Längenentwicklung mit Steigungen 1 : 50 bis 1 : 60 oder eine schlankere, aber steilere Führung aufweist. Wenn man den Schwarzwald durch eine vollwertige Hauptbahn überqueren wollte, wäre vielleicht statt der Diagonale Offenburg—Singen die rechtwinklich hierzu gerichtete Diagonale, etwa eine Verbindung von Freiburg i. B. nach dem Neckartale (Horb) bei weitem vorzuziehen gewesen. Sie würde die weitere Erschliefsung des Schwarzwaldes durch Zweiglinien natürlich in ganz andere Bahnen gelenkt haben. Wahrscheinlich würde alsdann die Gutachstrecke Hornberg—Triberg nur für die örtliche Erschliefsung des Gutachtales und als Touristenbahn in Frage gekommen sein, und dann hat die Untersuchung über die Linienführung, ob künstliche Längenentwicklung oder Steilstrecke, ihre Berechtigung.

Die Erörterungen zeigen eine weitere Beschränkung des Anwendungsgebietes der erwähnten Berechnungen. Bevor man an die Untersuchung einer einzelnen Strecke herangeht, mufs man sich über die Bedeutung der Strecke im ganzen Eisenbahnnetze, ihr Verhältnis zu allen übrigen Linien klar sein. Es mufs feststehen, ob die Strecke als Glied einer wichtigen Verbindung mit bedeutendem Durchgangsverkehr in Frage kommt, oder nur zur Verbindung kleinerer Wirtschaftsgebiete, oder endlich nur zur örtlichen Erschliefsung mit geringem Verkehr. Die Verkehrsmenge spielt natürlich eine wichtige Rolle bei diesen Untersuchungen. Wenn der jährliche Durchgangsverkehr sich auf Millionen Tonnen beläuft, so können die bei der flacheren Bahn ersparten Betriebskosten eine so erhebliche Summe ausmachen, dafs die Mehrkosten des Baues gegenüber der steileren Bahn gerechtfertigt werden. Solche Fälle finden sich in Deutschland in grofser Zahl. Erst wenn die Verbindungzweier Punkte nach ihrer Verkehrsbedeutung in dieser Weise festgelegt ist, hat die Untersuchung verschiedener nach der Geländegestaltung möglicher Führungen (der Varianten) ihre Berechtigung. Das Anwendungsgebiet der Berechnungen beschränkt sich also auf Strecken von räumlich geringer Ausdehnung, wenn die Prüfung nach den für den grofsen Verkehr mafsgebenden Gesichtspunkten abgeschlossen ist.

Diese räumliche Beschränkung liegt genau genommen auch den Theorien Launhards und Rintelen zugrunde, indem von dem Fall ausgegangen wird, dafs zwei Punkte verschiedener Höhe durch eine Eisenbahn zu verbinden sind. Es ist nichts davon gesagt, dafs die Bahn jenseits der Höhe ins Unbegrenzte weiterführen soll. Man kann also an eine Linie mit Endbahnhof, eine Stichbahn denken, etwa zur Erschliefsung der letzten Ausläufer von Gebirgstälern, oder an Privatanschlufsbahnen zur Verbindung eines Bergwerks, Steinbruchs oder einer sonstigen industriellen Anlage mit dem nächsten Bahnhofe, also an Fälle wie sie vorwiegend Dr. Ing. Bäseler im Auge

Digitized by Google

hat, bei welchen auch Drahtseilbahnen in Frage kommen können. Es ist auch nicht gesagt, ob die zu prüfenden Vergleichslinien Zwischenbahnhöfe haben, was den Fall wieder schwieriger gestaltet. Da aber immer wieder Geneigtheit besteht, die Theorien auf ausgedehnte Eisenbahnverbindungen mit grofsem Durchgangsverkehr anzuwenden, so sei hier als interessantes Beispiel eine in der Rheinprovinz geplante und wahrscheinlich schon bald zur Ausführung gelangende Eisenbahn angeführt (Abb. 1).

Es handelt sich um eine Linie vom Bahnhofe Ringen an der Strecke Holzheim—Dernau (Mayschofs) nach Block Tiefpfad zwischen den Bahnhöfen Sinzig und Niederbreisig der linken Rheinlinie. Die Bahn von Holzheim bei Neufs über Rommerskirchen, Horrem, Bliesheim, Rheinbach, Ringen nach Dernau oder Mayschofs an der Ahr ist noch im Bau begriffen, ebenso eine 5 km lange Zweigbahn von Ringen nach Nierendorf zur Erschliefsung einiger Dörfer. Die neue Bahn erreicht bei Ringen auf 212 m Meereshöhe die Wasserscheide Rhein-Ahr. Der zu überwindende Höhenunterschied bis Tiefpfad auf 65 m beträgt 147 m. Es kommen drei Lösungen in Betracht:

1. Verlängerung der Zweigbahn von Nierendorf bis zum Anschlusse an die Ahrtalbahn bei Bodendorf, von wo ab diese Bahn, eine vorhandene Verbindungslinie nach Sinzig und die linke Rheinlinie bis Tiefpfad die Fortsetzung bilden. Der Abstieg erfolgt mit künstlicher Längenentwicklung im Gefälle 1 : 100. Die Länge Ringen—Tiefpfad stellt sich auf 21,0 km.

2. Kürzeste schlanke Linienführung mit hoher Überbrückung des Ahrtales, ebenfalls mit Gefälle 1 : 100. Die Länge beträgt 15,5 km.

3. Kurze 5,2 km lange Neubaulinie mit Gefälle 1 : 30 von Ringen zum Bahnhofe Neuenahr an der Ahrtalbahn, von dort Fortsetzung über Bodendorf wie bei 1. Die Länge Ringen—Tiefpfad beträgt 17,3 km.

Die Baukosten stehen nicht genau fest, man kann sie vorläufig für 1. mit 10 Millionen, für 2. mit 15 Millionen und für 3. mit 3 Millionen Mark annehmen, was dem Verhältnisse ungefähr entsprechen dürfte. Die Linie wird hauptsächlich gebaut zur Überleitung durchgehenden Güterverkehrs zwecks Entlastung der Bahnanlagen bei Köln, soll aber auch mit Personenzügen und später vorraussichtlich mit Schnellzügen zwischen Belgien und Süddeutschland betrieben werden.

Die Entlastung von Köln ist zweifach möglich. Die Eisenbahnverwaltung, welche Linie 1 plant, will Güterverkehr zwischen dem niederrheinischen-westfälischen Industriegebiete und den Gegenden südlich Sinzig über Neufs und die neue Bahn umlenken, dagegen den über Aachen und Düren nach Süden und umgekehrt rollenden Güterverkehr auf dem alten Wege über Köln belassen. Diese Ablenkung von den betrieblich günstigen Rheinlinien, Flachlandbahnen fast ohne verlorene Steigung, ist aber sehr unwirtschaftlich, denn der Umlenkungsweg ist nicht nur weiter (für Neufs 9,4 km, für Speldorf 27,4 km Umweg), sondern er weist infolge der Überschreitung des Gebirges auch 188 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 100 auf. Der Umweg wird bei Wahl der Linien 2 oder 3 5,5 oder 3,7 km kürzer.

Anders liegt die Sache im zweiten Falle, wenn der Güterverkehr aus Richtung Aachen und Düren über Euskirchen-Rheinbach und die neue Bahn umgelenkt wird. Hier ergibt sich eine Abkürzung des heutigen Leitungsweges über Köln, welche je nach Wahl der Linien 1, 2 oder 3 23,5 km, 29,0 km oder 27,2 km beträgt. Betrieblich wird die Kürzung wettgemacht durch gröfsere verlorene Steigung und die Rampe 1 : 100, während die Strecke über Köln im allgemeinen flacher geneigt ist. Die neue Bahn soll auch der Leitung des Güterverkehrs aus dem Braunkohlengebiet des Vorgebirges über Horrem nach Süden und umgekehrt dienen. Die Abkürzung des Bahnweges Horrem—Tiefpfad gegenüber dem Wege über Köln beträgt je nach Wahl der Linien 1, 2 oder 3 7,3 km,

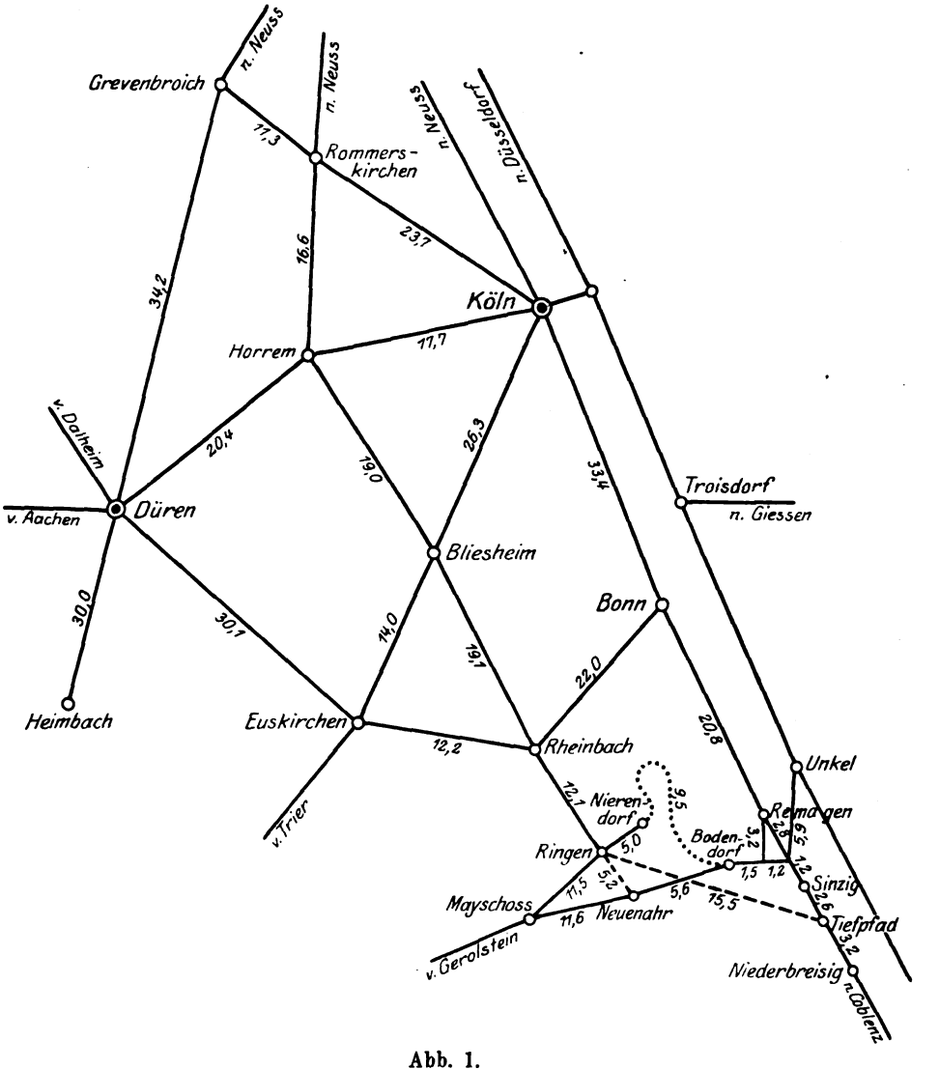


Abb. 1.

12,8 km oder 11,0 km. Die verlorene Steigung ist noch gröfser als bei der Linie Düren—Tiefpfad, 130 m gegen 80 m.

Die Betriebskostenberechnung nach der Methode Müller wird voraussichtlich ergeben, dafs der Leitungsweg über Köln überlegen bleibt bei der Wahl der Linie 1, für die Strecke Horrem—Tiefpfad auch für Linie 2. Dagegen wird die gröfsere Abkürzung und schlankere Führung der Linie 2 bewirken, dafs für die Richtung Düren—Tiefpfad eine gewisse Betriebskostenersparnis, etwa 20% gegenüber der Leitung über Köln sich ergibt, und dafs der Unterschied bei der Richtung Horrem—Tiefpfad nicht mehr grofs ist.

Der über die neue Bahn aus ihrem natürlichen Zuflufsgebiete zu leitende Durchgangsgüterverkehr ist sehr bedeutend; er kann nach den Verkehrszahlen der Güterstatistik des

Digitized by Google

Jahres 1913 auf über vier Millionen Tonnen berechnet werden, die sich auf 50 bis 60 Güterzüge täglich verteilen. Die Summe der ersparten Betriebskosten bei Wahl der Linie 2 gegenüber der Linie 1 infolge der 5,5 km geringeren Betriebslänge ist infolgedessen so grofs, dafs die Mehrkosten des Baues reichlich verzinst werden.

Jetzt erhebt sich die Frage, ob infolge des weit geringeren Zinsendienstes etwa die Linie 3 nach den Theorien über die wirtschaftliche Linienführung trotz der stärkeren Steigung wirtschaftlich gerechtfertigt und allein bauwürdig ist. Es wäre sehr zu begrüfsen, wenn Rintelen, Petersen und Bäseler sich mit diesem interessanten Problem beschäftigen würden.

Die erwähnten Theorien finden in ihrer Anwendung noch weitere Beschränkungen. Sie gehen von der Annahme aus, dafs eine längere, teuere und flachere Linie mit einer kürzeren, billigeren und steileren Linie verglichen wird. Damit scheiden von selbst alle Fälle aus, in welchen die flachere Linie nicht teurer und nicht länger ist.

Als Beispiel sei die Strecke Nürtingen—Lustnau angeführt. Bei Nürtingen verläfst die bestehende Bahn das Neckartal, um mit Steigungen bis 1 : 96 über Reutlingen auszubiegen und sodann mit Gefälle in das Neckartal bei Lustnau in der Nähe von Tübingen wieder hinabzusteigen. Die verlorene Steigung beträgt 83 m, die Länge 33,3 km. Eine im Neckartale zwischen Nürtingen und Lustnau geführte neue Bahn wird nur 23,7 km lang, also 9,6 km kürzer, hat keine verlorene Steigung und ist mit Höchststeigung 1 : 600 durchführbar. Bei den einfachen Geländeverhältnissen sind auch die Baukosten der kürzeren Linie geringer. Nur ist diese noch nicht vorhanden, während die Linie über Reutlingen schon seit dem 15. Oktober 1861 im Betriebe ist. Seit 64 Jahren rollt also schon der durchgehende Güterverkehr auf Umwegen über das Gebirge, und man kann wohl sagen, dafs die verschwendeten Betriebskosten längst die Baukosten der fehlenden Talbahn getilgt hätten. So hat man die schönen Theorien Launhards in der Praxis verwertet. Derartige Fälle können in grofser Zahl im deutschen Eisenbahnnetze angegeben werden zum Beweise, dafs man es abgelehnt hat, das Netz nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten auszubauen. Hoffentlich holt man das Versäumte nach.

Andere Fälle gibt es, bei welchen die flache Linie wohl kürzer, aber teurer ist. Dann entscheidet wie bei den Vergleichslinien 1 und 2 der Verbindung Ringen—Tiefpfad die Summe der ersparten Betriebskosten, welche abhängig von der Gröfse des Verkehrs ist.

Der Verkehrsumfang setzt der Anwendung stark geneigter Strecken die doch in der Leistungsfähigkeit beschränkt bleiben, schliefslich eine Grenze.

Was soll geschehen, wenn eine nach der Theorie Launhards ursprünglich richtig angelegte Bahn der starken Verkehrssteigerung nicht mehr gewachsen ist? Man müfste dann die Bahn noch einmal bauen, also zwei- oder viergleisig gestalten. Davon hat man aber in einigen sehr wichtigen Fällen abgesehen, von welchen drei angeführt werden.

Die älteste Verbindung von Turin und Mailand mit Genua überschreitet ab Ronco den Appenin im Giovipasse mit Steigungen etwa bis 1 : 30 und 36 m verlorener Steigung. Dem Mehrverkehr nach Eröffnung der Gotthardbahn war diese Strecke nicht mehr gewachsen. Man baute daher mit sehr grofsen Kosten zwischen Ronco und Sampierdarena eine ebenso lange (24 km) Parallelstrecke ohne verlorene Steigung und Höchststeigung etwa 1 : 50, welche den 8300 m langen Roncotunnel enthält.

Die alte 18,2 km lange Strecke Sissach—Olten im Zuge der Bahn Basel—Luzern (Mailand) mit dem 2495 m langen Hauensteintunnel hat Steigungen bis 1 : 38. Vor einigen Jahren hat man für den Durchgangsverkehr eine neue ungefähr ebenso lange (18,1 km) Strecke mit dem 8134 m langen neuen Hauensteintunnel gebaut mit Höchststeigung 1 : 95 und 110 m weniger an verlorener Steigung.

Die alte 17,9 km lange Strecke Schlüchtern—Flieden im Zuge der Bahn Frankfurt—Bebra hat die bekannte Spitzkehre im Bahnhofe Elm, dazu 48 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 90. Die neue Linie mit dem 3575 m langen Distelrasentunnel ist 7,0 km kürzer, vermeidet die Spitzkehre und hat nur 12 m verlorene Steigung, während die Höchststeigung 1 : 90 auf eine kürzere Strecke beibehalten ist.

Diese Beispiele sind geeignet, die Theorie über die wirtschaftliche Linienführung daraufhin nachzuprüfen, wo die Anwendung starker Steigungen ihre Grenze findet.

Hier sei eine kurze Bemerkung zum Beispiele Rintelens in »La gradiente economica« angebracht. Er untersucht die Eisenbahnverbindung zweier auf gleicher Meereshöhe gelegener, in der Luftlinie 20 km voneinander entfernter Punkte, zwischen denen eine 1500 m hohe Bergkette liegt. Die Berechnung wird durchgeführt für verschiedene, die Kette überschreitende Vergleichslinien von 27 km bis 416 km Länge und entsprechend Steigungen von 120 ‰ bis 10 ‰. Eine Möglichkeit läfst Rintelen unberücksichtigt, nämlich die Verbindung der beiden Punkte ungefähr in der Luftlinie durch eine fast wagrechte Eisenbahn, also die Durchbrechung des Bergrückens durch einen Tunnel, der wohl etwas weniger als 20 km lang wird. Das wäre also ungefähr so wie die Verbindung der Orte Brig und Iselle, welche den 20 km langen Simplontunnel enthält. Unbestritten würden die Betriebskosten dieser Bahn den Kleinstwert darstellen. Der hohe Zinsendienst allerdings wird bei dem geringen Verkehr bewirken, dafs eine der steileren Oberflächenbahnen den Vorzug verdient, aber nur bis zu einer gewissen Länge. Die Tunnellinie würde wohl kaum so viel kosten, als eine 400 km lange Oberflächenbahn, deren Betriebskosten aber erheblich gröfser sind. So müfsten wohl die längsten Linien aus dem Vergleiche ausscheiden und die Tunnellinie den Abschlufs der Reihenfolge bilden. Dies ist aber nur dann richtig, wenn wirklich nur die Verbindung der beiden Endpunkte in Frage kommt, also der Verkehr von etwaigen Zwischenbahnhöfen keine Rolle spielt. Das ist jedoch bei Linien von solcher Ausdehnung selbst in einem so dünn bevölkerten Lande wie Ecuador unwahrscheinlich. Damit ändert sich die Beurteilung der längeren Linien, die selbst Erschliefsungsbahnen sind, sehr wesentlich. Die Tunnellinie kommt ohne Zweifel, solange der Verkehr gering ist, nicht in Betracht, wohl aber kann sie in späterer Zeit bei vorgeschrittener Entwicklung des Landes einmal wirtschaftlich wohl begründet werden. Rintelen hat ganz Recht, dafs zunnächst möglichst billige Erschliefsungsbahnen am Platze sind; die teuren, aber leistungsfähigen Linien können später noch folgen. Nur mufs auch das Netz dieser Erschliefsungsbahnen nach einem wohldurchdachten Gesamtplan entworfen werden, damit die Erschliefsung von vornherein in die richtigen Wege geleitet wird. Man kann, wenn man will und es versteht, den noch wenig erschlossenen Ländern die schlimmen Erfahrungen der alten Eisenbahnländer ersparen.

Es wurde schon gesagt, dafs sowohl der Verkehrsumfang als auch die Erschliefsung durch Zwischenbahnhöfe bei der Ermittlung der wirtschaftlichen Linienführung eine Rolle spielen. Hierfür ein theoretisch konstruiertes Beispiel (Abb. 2).

Die Stadt B soll durch eine Zweigbahn an den Bahnhof A einer bestehenden Bahn angeschlossen werden. Der Höhenunterschied beträgt 250 m. Es kommen vier Linien in Betracht:

I. Kürzeste Linie mit Steigung 1 : 40, 12 km lang. In der Mitte erhält das Dorf C einen Bahnhof. Baukosten 2,4 Millionen Mark.

II. Linie mit Steigung 1 : 60, 17 km lang, ebenfalls mit Zwischenbahnhof C. Baukosten 3 Millionen Mark.

Digitized by Google

III. Linie mit Steigung 1 : 80, 24 km lang. Aufser dem Dorfe C werden noch die Orte D und E durch Bahnhöfe angeschlossen, so dafs drei Zwischenbahnhöfe in je 6 km Entfernung vorhanden sind. Baukosten 4 Millionen Mark.

IV. Linie mit Steigung 1 : 100, 29 km lang, mit Zwischenbahnhöfen wie bei III, in je 7 km Entfernung. Baukosten 5,1 Millionen Mark.

Es soll zunächst nur der Durchgangsverkehr zwischen A und B berücksichtigt werden. Nimmt man ganz roh die Betriebskosten für 1 tkm bei Linie I zu 3,6 Pfg., bei II zu 2,4 Pfg., bei III zu 1,6 Pfg., bei IV zu 1,2 Pfg. und berechnet für verschiedene Verkehrsmengen die Summe der Baukosten und der kapitalisierten Betriebskosten, so ergibt sich bis zu einem Verkehr von etwas über 1,2 Millionen Tonnen jährlich die Linie I als wirtschaftlich gerechtfertigt. Bei steigendem Verkehr rückt Linie II an ihre Stelle, um bei etwas über 1,7 Millionen Tonnen von IV überflügelt zu werden, welche Linie bei weiter wachsendem Verkehr immer günstiger wird. Die Linien III und IV halten sich bei ungefähr 1,5 Millionen Tonnen die Wagschale. So überschläglich die Berechnung auch sein mag, veranschaulicht sie doch, dafs bei bedeutendem Verkehr die betrieblich günstigere Linie trotz höherer Baukosten wirtschaftlich gerechtfertigt wird, besonders wenn die flachere Bahn überhaupt keine künstliche Längenentwicklung aufweist, sondern vielleicht noch kürzer als die steilere Bahn ist.

Bei unserem Beispiele spielt neben dem Durchgangsverkehr zwischen A und B noch die Erschliefsung eine Rolle. Bahnhof C ist allen vier Linien gemeinsam, aber nur die Linien III und IV versehen auch die Orte D und E mit Bahnhöfen. Wird nun Linie I oder II gebaut und entsteht etwas später die Notwendigkeit, auch die Orte D und E an die Eisenbahn anzuschliefsen, dann bleibt nur übrig, zu der einen Stichbahn A B noch zwei weitere, A D und C E oder A E zu fügen. Die Baukosten der drei Linien werden sicher ebenso hoch wie die der Linien III oder IV, während die Betriebskosten der drei Linien zusammen höher als die einer Linie III oder IV sein werden. Hiernach kann mit Rücksicht auf die Erschliefsung eine flachere, längere und teurere Linie schon dann den Vorzug verdienen, wenn der Durchgangsverkehr noch so gering ist, dafs er allein nur die steilere, kürzere und billigere Linie rechtfertigen würde.

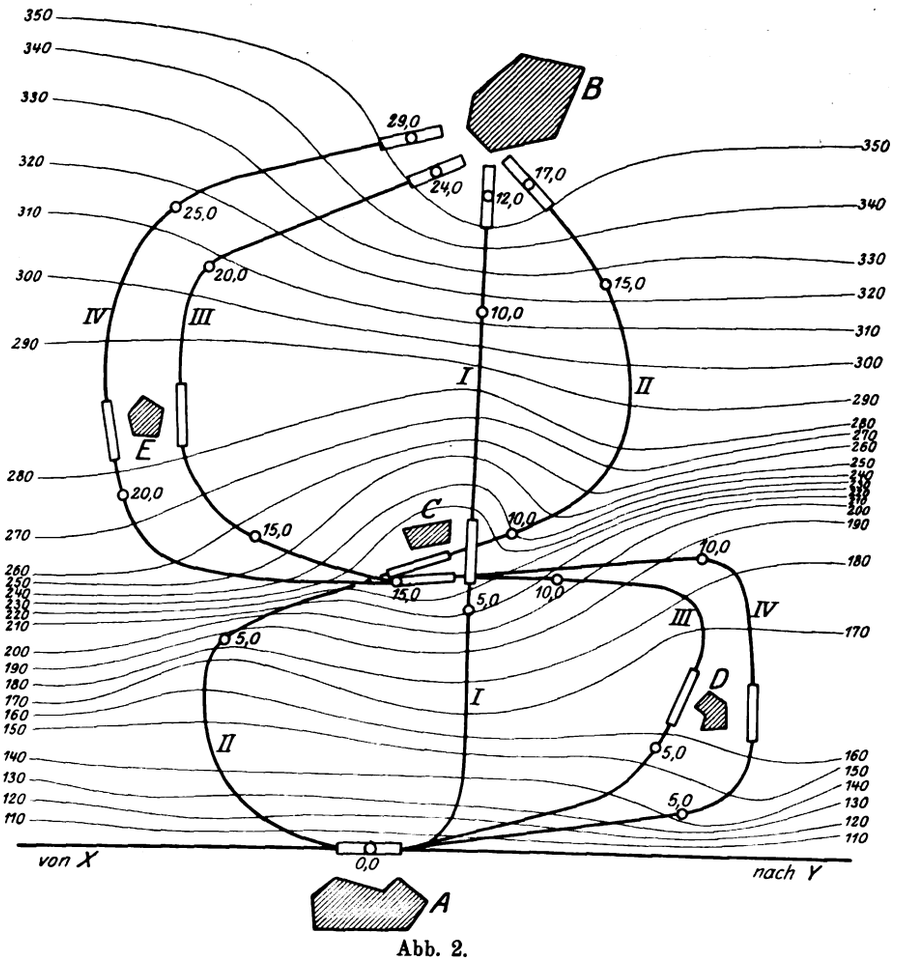


Abb. 2.

Die Erörterung zeigt, dafs das Anwendungsgebiet der Theorie über die wirtschaftliche Linienführung auf die Prüfung der Verbindung von zwei Nachbarbahnhöfen zusammenschrumpft, wenn vorher nach allgemeinen Gesetzen die Berechtigung der Verbindung überhaupt und ihre Verkehrsbedeutung festgestellt worden sind.

Gleis auf gewalzter Steinschlagbettung.

Von Reichsbahnrat **Hildebrand**, Altenburg.

In Heft 2 dieser Zeitschrift vom Jahre 1925 berichtet Oberregierungsbaurat a. D. Wöhrl über einen von ihm in Bayern durchgeführten Versuch, die Gleisbettung eines Holzschwellenoberbaues zu walzen. Dieser Versuch hat allenthalben unter den Fachleuten gröfste Aufmerksamkeit erweckt, so auch in Sachsen, wo schon im vorigen Jahre erwogen worden war, das Walzverfahren im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden versuchsweise anzuwenden. Jedoch konnte einem solchen Versuch aus betrieblichen Gründen damals nicht näher getreten werden. Im Laufe des vorigen Jahres liefs die Reichsbahndirektion Dresden, unter anderem in den Bezirken der Bauämter Altenburg I und II, Gleisbettungserneuerungen gröfseren Umfangs im Rammverfahren vornehmen und zwar auf der Linie Leipzig—Hof und auf den eingleisigen Linien Gaschwitz—Meuselwitz—Ronneburg, Zeitz—Altenburg und Kieritzsch—Pegau. Es wurde hierbei im allgemeinen nach der in den letzten Jahren im bayrischen Eisenbahnnetz, insbesondere auf der Strecke München—Rosenheim, angewendeten Methode gearbeitet, die auch Oberregierungsbaurat Wöhrl in seinem eingangs erwähnten Aufsatz kurz erwähnt. Man machte sich die in Bayern gesammelten Erfahrungen nutzbar, pafste das Verfahren den jeweils vorliegenden Verhältnissen an und versuchte dabei mancherlei neues. Leider konnten aus betrieblichen Gründen für die Arbeiten nur ein bis zwei Betriebspausen am Tage von je zwei bis drei Stunden Dauer zur Verfügung gestellt werden, während bei den bayrischen Versuchen auf der zweigleisigen Strecke München—Rosenheim tagsüber das eine Gleis zwischen zwei Stationen völlig aufser Betrieb gesetzt war. Es darf hier noch erwähnt werden, dafs wegen der Schwierigkeit, genügend viele und ausreichend lange Betriebspausen zu schaffen, das Rammverfahren auch ohne Gleisunterbrechung und nur unter Ausnützung der fahrplanmäfsigen Zugs-

Digitized by Google

pausen im Bereiche des Bauamts Altenburg I auf der Linie Leipzig—Hof versucht worden ist. Hierzu wurden zunächst ständige eingerichtete Bahnarbeiter verwendet. Das Gleis wird dabei ohne Abbruch des Oberbaues schwellenfelderweise unter Anheben und Verschlagen der Schwellen gegründet. Diese Versuche sind von recht gutem Erfolge begleitet gewesen, und zwar sowohl hinsichtlich der Güte als auch der Wirtschaftlichkeit. Sie sind daher weiter fortgesetzt worden, und jetzt wird im Bereiche des Bauamts Altenburg I diese Art der Bettungserneuerung von Bahnunterhaltungsarbeitern, die, soweit nötig, durch Aushilfsarbeiter verstärkt werden, im Gedinge mit günstigem Ergebnis vorgenommen. Das Rammverfahren ohne Gleisunterbrechung hat versuchsweise in anderen Bauamts-Bereichen Nachahmung gefunden, und zwar hat man dort solche Arbeiten auch Unternehmern übertragen.

Im Frühjahr 1925 erhielt nun das Bauamt Altenburg I den Auftrag, in seinem Bereiche auf der Leipzig—Hofer Linie einen ersten Versuch im Walzverfahren vorzunehmen, nachdem die Bedenken beseitigt waren, die bisher gegen die völlige Sperrung eines der beiden Leipzig—Hofer Hauptgleise zwischen zwei Bahnhöfen bestanden hatten. Gewählt wurde eine zwischen zwei Bahnhöfen mit Überholungsgleisen liegende Strecke des Gleises Hof—Leipzig, die auf drei Teilstrecken von insgesamt rund 3000 m Länge alte, völlig verschlämmte Kiesbettung aufwies und demnächst sowieso neue Steinschlagbettung und durchgängig neue Schwellen erhalten sollte. Die Ausführung fiel in die Monate April und Mai. Ende Juni und Anfang Juli wurden weitere 1630 m im Nachbargleise Leipzig—Hof im Walzverfahren bearbeitet.

Der Arbeitsvorgang war folgender: Vor der Sperrung des Gleises wurde mit Arbeitszügen der Steinschlag mindestens in dem Umfange herangeschafft und zwischen den beiden Hauptgleisen abgelagert, wie er für das zu walzende Gleisbett, das ist also bis Schwellenunterkante, nötig war. Zu diesem Zwecke wurden unmittelbar zuvor die in Bahnmitte vor den Schwellenköpfen anstehenden alten Bettungsmassen, soweit als angängig, beseitigt. In gleicher Weise wurden die neuen Schwellen, wie sie aus der Schwellentränkanstalt kamen, angefordert und innerhalb der Arbeitsstrecke an geeigneten Plätzen, insbesondere in der Nähe der Wegübergangs- und Blockposten abgelagert. Hier konnten sie dann der Stärke nach bequem sortiert, gestapelt und auch überwacht werden. Alle diese Zufuhren mufsten vor dem Gleisabbruch geschehen, weil während der Bauarbeiten das Nachbargleis, auf dem sich der gesamte Zugsverkehr beider Richtungen abwickelte, nicht noch die vielen Baustoffzüge aufnehmen konnte.

Das Gleis wurde nach Höhe und Seitenrichtung neu abgesteckt. Zur Erzielung einer genauen Gleislage beim späteren Wiedereinbau wurde die neue Höhenlage der Schwellenoberkante am Schienenauflager einnivelliert und an stärkeren, in Abständen von 30 m (zwei Schienenlängen auf dem Randwege Berme) eingeschlagenen und gut gesicherten Holzpfählen markiert.

Nach der Sperrung des zu bearbeitenden Gleises für den fahrplanmäfsigen Betrieb, aber vor Abbruch des Gleises, wurden die auf dem Randwege lagernden Massen, die alten Gleisbettungsmassen zwischen den Schwellen, die Bahngrabenmassen usw., soweit als sie nicht am Bahnkörper entlang eingebaut werden konnten, gewonnen, auf Bahnwagen geladen und unter Benutzung des gesperrten Gleises nach entfernteren Ablagerungsstellen gefördert. Dann erst wurden die Gleisteile zurückgebaut und zur Wiederverwendung auf dem Randwege ausgesetzt. Die ausgebauten alten Schwellen, welche sämtlich hier nicht wieder zur Verwendung kamen, wurden so auf dem Randwege ausgelegt, dafs sie beim Einwalzen des Steinschlagbettes als Widerhalt gegen seitliches Ausweichen des Steinschlags dienten (Abb. 1, 2 und 3).

Nach vollständiger Ausschachtung der alten Bettung und Einebnen der Bettungssohle wurde diese 4 m breit festgewalzt. Alsdann wurde eine etwa 18 cm (in Gleisachse gemessen) starke Steinschlagschicht aufgebracht und gewalzt. Hierauf kam eine zweite etwa 15 cm starke Steinschlagschicht. Zusammengewalzt ergaben diese beiden Schichten etwa 25 cm Stärke (in Gleisachse gemessen). Auf die ebene Oberfläche der zweiten Schicht wurde dann in Gleismitte ein etwa 4 bis 5 cm starker und 60 cm breiter Holzbohlenbelag ausgelegt und zu beiden Seiten mit einer dritten Steinschlagschicht von etwa 7 bis 8 cm Stärke eingeschottert, die auf die Höhe der Schwellenunterkante zusammengewalzt wurde (Abb. 3 und 4).

Durch dieses Hilfsmittel entstand in einfachster Weise eine gleichmäfsige und haltbare Rille im Gleisbett, über welcher die Schwellen in Gleismitte hohl liegen und nicht reiten können (Abb. 5, 6, 7 und 8). Die Holzbohlen wurden, um sie gegen Aufspaltung beim Walzen zu schützen und sie möglichst oft verwenden zu können, an den Enden und in der Mitte mit schmalen Bändern aus dünnem Eisenblech beschlagen. Wichtig ist für die Erhaltung der Bohlen, dafs sie überall satt aufliegen, was auf der festgewalzten Oberfläche der zweiten Steinschicht erreichbar ist. Beim Walzen dürfen natürlich auch keine Steine auf den Bohlen liegen. Mehrkosten entstehen durch dieses Hilfsmittel gegenüber den anderen Verfahren zur Rillenbildung ohne Bohleneinlage — wie durch Aussparen von Steinschlag in Bettmitte, welches Mittel anfangs auch angewendet wurde — nicht. Die Kosten der Bohlen wurden durch den Zeitgewinn beim Walzen und durch die Einfachheit wettgemacht, mit der sich die Rille beim Walzen, gewissermafsen von selbst, formte.

Man könnte fragen, ob man nicht die Rillenanlage ganz vermeidet, und dafür die Schwelle in der Mitte an der Unterfläche auf etwa 60 cm 2 bis 3 cm stark ausklinkt, wie dies übrigens bei der Eisenbetonschwelle bereits geschieht. Die Schwächung der Holzschwellen würde für den Gleisbau kaum Nachteile haben, ebenso für den Bestand der Schwellen, wenn die Ausklinkung nicht scharfkantig (siehe Abb. 9) und wenn sie vor der Schwellentränkung vorgenommen würde. Die Ausklinkung läfst sich möglicherweise auf maschinellem Wege billig ausführen.

Als sehr vorteilhaft erwies sich das Widerlager aus Altschwellen auf den Randwegen. Es verhinderte ein Ausweichen des Steinschlags beim Einwalzen nach aufsen. Das eigentlich tragende Steinbett, was auf eine Breite von 3,0 m, das ist je 15 cm über die Köpfe der 2,70 m langen Schwellen hinaus gewalzt wurde, war nun beiderseits eingespannt und erhielt beim Walzen über die ganze Breite sehr schnell die nötige gleichmäfsige Dichte, was die Walzarbeit erleichterte und abkürzte. Gewalzt wurde jede Steinschlagschicht, bis ihre Oberfläche fest und eben war.

Wie bei dem bayerischen Versuch mufsten auch hier die neuen Schwellen vor dem Verlegen der Stärke nach in Gruppen von 1 cm Höhenunterschied ausgesucht werden, da nur eine kleine Menge Schwellen gleichstark und zweiseitig geschnitten, wie sie für das Walzverfahren erwünscht sind, angeliefert werden konnten.

Mit besonderer Sorgfalt wurde die oberste Fläche des Steinschlagbettes hergestellt. Zunächst wurde auf Grund des Höhennivellements für die Schwellenoberkante aufser jenen 30 m auseinander stehenden Höhenpfählen in Abständen von 5 m zu beiden Seiten des Gleises noch kleinere Pfähle eingeschlagen und auch mit der Höhenmarke der Schwellenoberkante versehen. Diese Höhenvermarkung reichte wohl aus, die Bettungssohle genügend genau anzulegen und die untersten beiden Steinschlagschichten in der jeweiligen Stärke einzubringen und einzuwalzen. Die nur mit dieser Vermarkung hergestellte oberste Bettungsfläche befriedigte aber nicht; sie zeigte noch zu viele und zu

Digitized by Google

grofse Unebenheiten, die das Verlegen der Schwellen in genauer Höhenlage erschwerten und verzögerten. Daher wurden beim Einwalzen der obersten dritten Steinschlagschicht seitlich aufgestellte Richtbohlen und leicht zu handhabende Querlehren zum Ausgleichen verwendet, wie dies die Abb. 4 und 7 zeigen.

Gleiches Gerät hatte man mit Vorteil bei den Bettungserneuerungen im Stampfverfahren erstmalig in Bayern und auch bei den Versuchen im Bereiche der beiden Altenburger Bauämter angewendet. Die 5 m langen und 16 cm hohen (das ist etwa Schwellenstärke haltenden) Richtbohlen werden, wie Abb. 10 zeigt, auf Haltern an eisernen Pfählen so aufgelagert, dafs die Bohlenoberkante genau in Höhe der einnivellierten Schwellenoberkante liegt. Mit Hilfe der hölzernen Querlehren, die auf die Richtbohlen aufgesetzt werden, läfst sich die volle Walz-

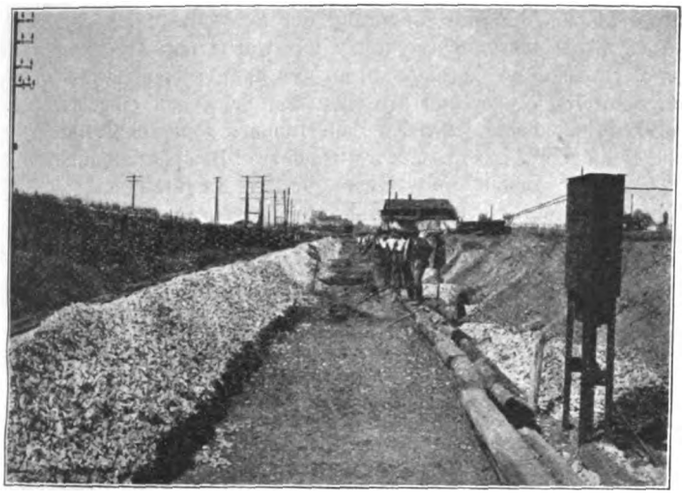


Abb. 1.

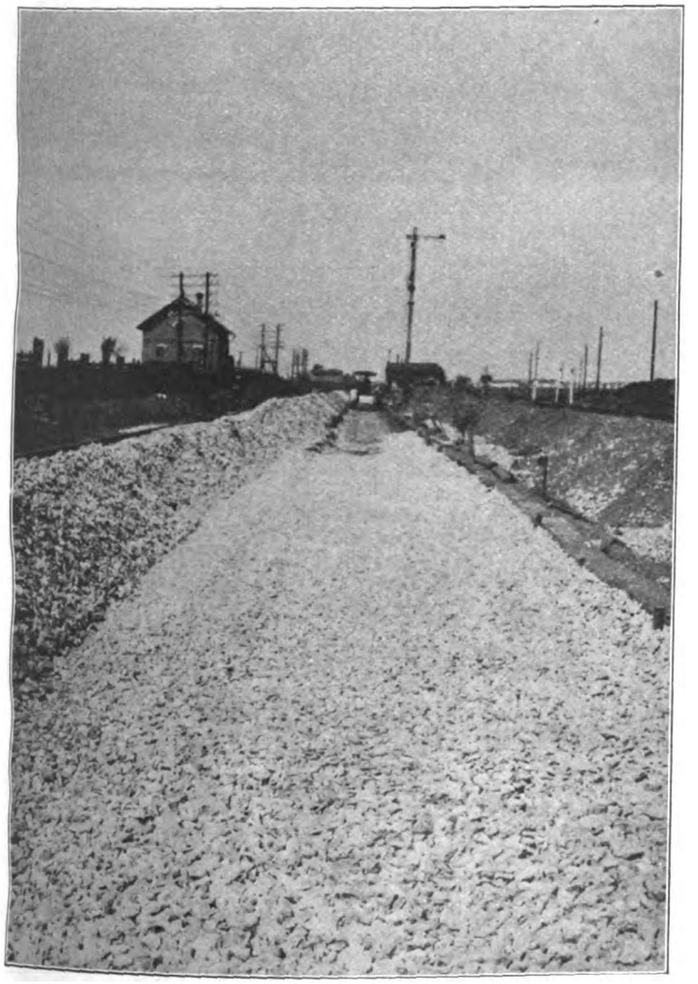


Abb. 2.

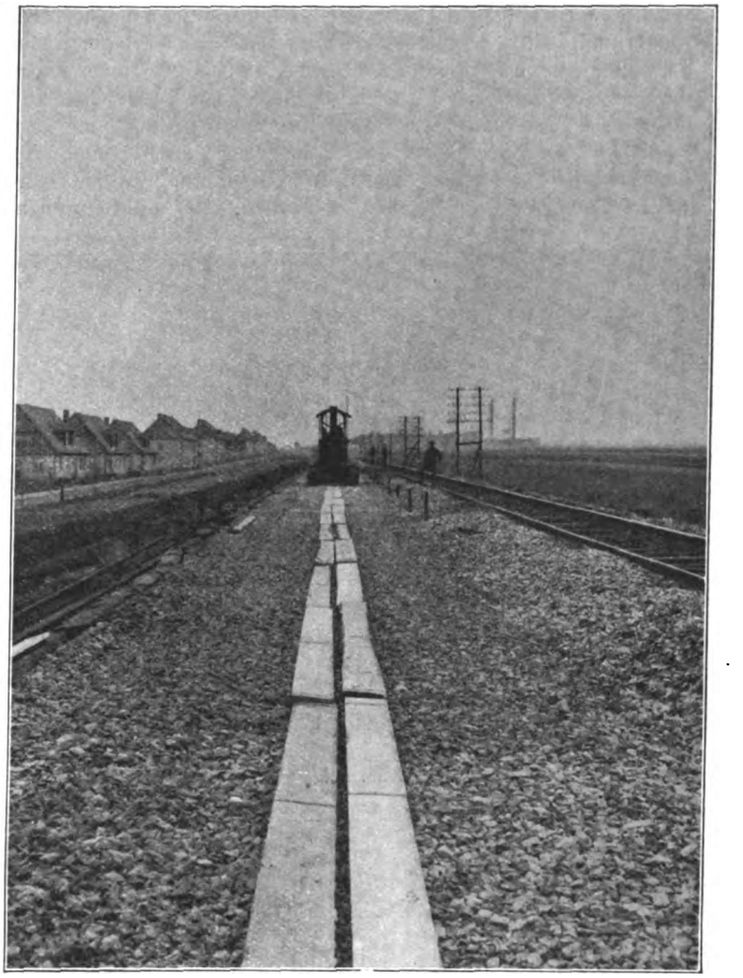


Abb. 3.

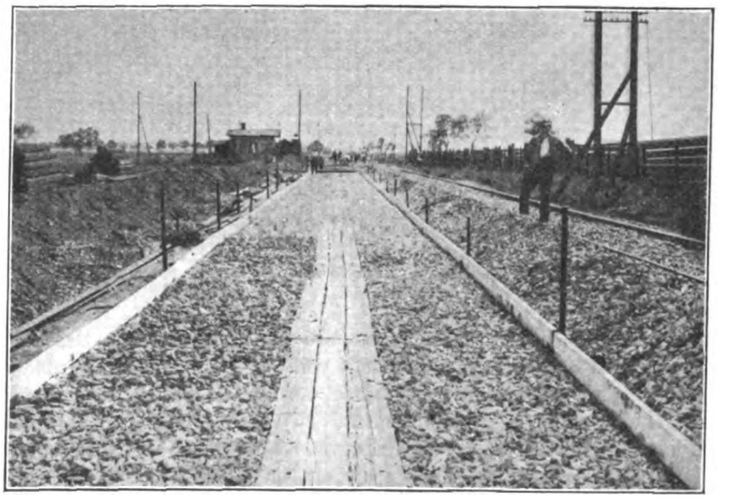


Abb. 4.

Digitized by Google

fläche des Steinbettes bestreichen und die Höhe jedes Flächenpunktes der Schwellenlager leicht nachprüfen. Dieses Nachprüfen wurde bei den letzten Walzengängen vorgenommen. Man erzielte so eine sehr ebene Oberfläche. Die dann noch verbliebenen wenigen und geringeren Höhenabweichungen wurden, wieder mit Hilfe derselben Lehrgeräte, bei Verlegung der Schwellen durch Abrammen beseitigt, wobei die auch durch das Schwellensortieren nicht zu vermeidenden Unterschiede in der Stärke der Schwellen, soweit als möglich, noch mit ausgeglichen wurden. Bei dieser Feinarbeit bediente man sich der Rammen aus alten ebenen Wagenpuffern, wie sie beim reinen Rammverfahren verwendet werden. Lag die Schwellenoberkante etwas zu hoch, so rammte man die aufgelegte Schwelle unmittelbar nieder. Nötigenfalls wurde die Schwellenlagerfläche des Steinbettes nach Wegnahme der Schwellen in die richtige Höhe hinunter gerammt. Eine zu tiefe Lage der Schwellen kam selten vor. Vielfach gelang es schon, die Höhenabweichung durch Einwechslung einer schwächeren oder stärkeren Schwelle auszugleichen, um ein Auffüttern bzw. Niederrammen des Steinschlagbettes möglichst zu vermeiden. Das Schwellenverlegen erfolgte im übrigen wie bei dem Rammverfahren, indem etwa alle 5 m eine Schwelle in genauer Höhenlage aufgebracht wurde und zwischen je zwei Richtschwellen mit Hilfe von entsprechend langen Richtscheiben die Zwischenschwellen eingebaut wurden. Auf der Schwelle wurden dann die Auflagerplatten und Schienen befestigt. Da das Gleis vor dem Auslegen der Schwellen auch der Richtung nach genau abgesteckt war, machten sich beim Ausrichten des verlegten Gleises nur ganz geringfügige Seitenverschiebungen notwendig, durch welche die gute Lagerung der Schwellen nicht gestört wurde. Auf dem neuverlegten Gleis wurde mit Arbeitszügen der Verfüllschotter herangefahren, der dann schichtenweise an den Schwellenköpfen und zwischen den Schwellen eingebracht und auch mit ebenen eisernen Pufferrammen abgestampft wurde.

Bei den Walzarbeiten wurden zwei Dampfstrafsenwalzen gewöhnlicher Bauart mit einem breiten Lenkrad und zwei schmalen Triebrädern, die eine von 8 t die andere von 10 t Dienstgewicht verwendet. Der spezifische Raddruck war bei der 10 t-Walze auch nur etwa ebenso grofs wie bei der 8 t-Walze, weil bei jener sowohl das Lenkrad als auch die beiden Triebräder entsprechend breiter waren. Das Arbeiten mit Walzen vorbeschriebener Art wird, wenigstens bei den ersten Walzgängen, dadurch erschwert und zeitraubend, dafs bei der üblichen Lastverteilung die schmalen Triebräder einen nicht unwesentlich höheren spezifischen Druck auf die Unterlage ausüben und sich daher tiefer eindrücken als das breite Lenkrad. Es bilden sich daher anfangs Walzstufen und Wulste, solange als die Unterlage nicht genügend dicht ist und der stärkeren Pressung nachgibt. Die Stufen- und Wulstbildung ist aber sehr eingeschränkt worden durch die Einspannung des Steinschlagbettes

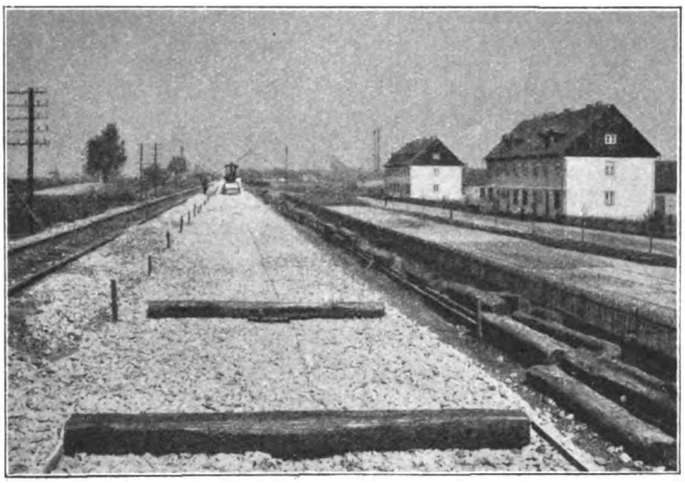


Abb. 5.

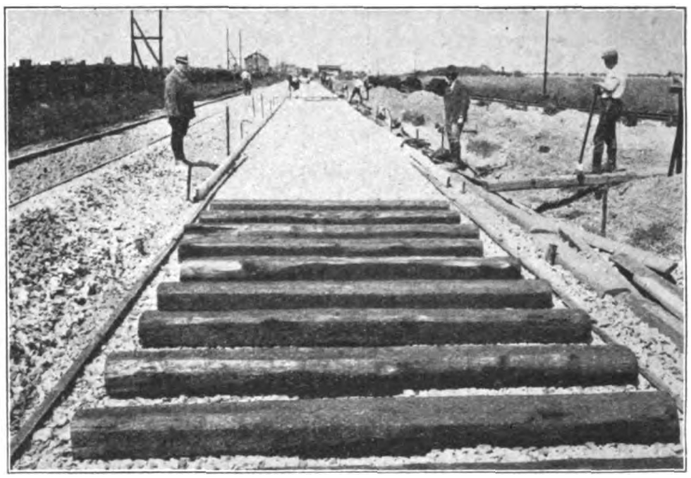


Abb. 7.

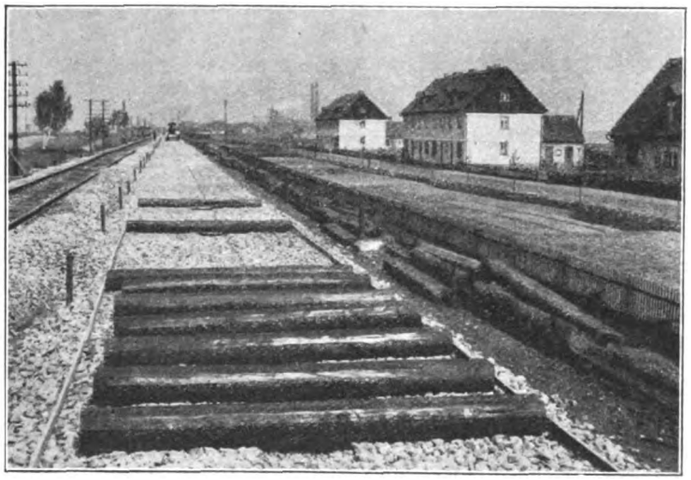


Abb. 6.

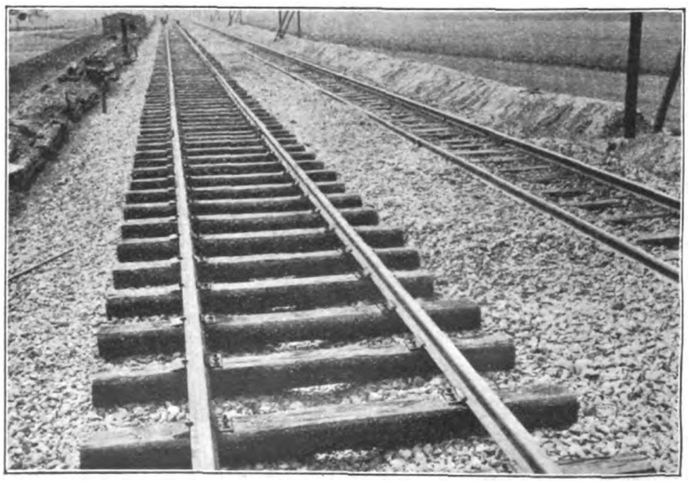


Abb. 8.

Digitized by Google

in dem Koffer zwischen jenen Altschwellenwiderlager auf dem Randwege und den Gleisbettmassen des Nachbargleises in Bahnmitte. Die Walzarbeiten bei der Gleisbettungserneuerung dürfte aber noch mehr erleichtert und gefördert werden, wenn man Walzen mit nur zwei Rädern, und zwar mit je einem etwa gleichbreiten Lenkrad und Triebrad hintereinanderlaufend, verwenden würde. Die Firma Maffei und Jakob, Leipzig, liefert bereits solche Tandemwalzen bis zum Dienstgewicht von 6 t, die bisher wohl hauptsächlich beim Bau von Bitumenstrafsen Verwendung gefunden haben. Man könnte sich denken, dafs für Gleiswalzung eine Tandem-Dampfwalze gut geeignet ist, bei welcher der Kessel in Walzenmitte stehend angeordnet ist. Dann ist es möglich, den Kessel ziemlich tief zwischen zwei gröfseren, tunlichst breiten Rädern einzubauen. Eine solche Bauart würde auch die nötige Sicherheit gegen Kippen bieten, die wohl bei einer Tandemwalze mit liegendem Kessel wegen des hochliegenden Schwerpunktes in gleicher Weise nicht gewährleistet sein dürfte. Von besonderem Wert für die Förderung des Gleisbaues im Walzverfahren ist die Anregung vom Oberregierungsbaurat Wöhrl, Sonderwalzen mit leicht beizubringenden Betriebsstoffen wie Benzin, Benzol usw. zu verwenden.

Wichtig ist, dafs bei Gleisbettungsarbeiten keine Walzen verwendet werden, deren Radreifen konisch sind, wie dies bei Dampfstrafsenwalzen noch häufig der Fall ist. Mit solchen Walzen ist es schwierig und zeitraubend, ebene Walzflächen zu bekommen, die aber für eine gute Gleislage nötig sind. Bei den hiesigen Versuchen wurden nur Walzen zugelassen, deren Räder zylindrische Reifen besafsen.

Die Beobachtung der Walzarbeit und des Walzergebnisses liefs Bedenken, dafs die Bettung etwa der erforderlichen Elastizität entbehre, nicht aufkommen. Es ist aber geplant, diese Frage mit ganz besonderer Aufmerksamkeit zu untersuchen.

Das Walzverfahren ist bei im Betrieb befindlichen Bahnen nur anwendbar, wenn das bestehende Gleis auf die Dauer der Arbeiten für den planmäfsigen Betrieb gänzlich gesperrt werden kann. Daher wird es auf eingleisigen Linien nur selten durchführbar sein. Für die Arbeiten auf der zweigleisigen Leipzig—Hofer Linie konnte durch zeitliche Verlegung einiger weniger wichtigen Züge der starke Verkehr — fahrplanmäfsig bis über 90 Zugläufe täglich — im eingleisigen Betriebe durchgeführt werden. Der Übergang der Züge vom eingleisigen in den zweigleisigen Betrieb und umgekehrt auf den beiden die eingleisige Strecke abschliefsenden Bahnhöfen ist aus Abb. 11 u. 12 ersichtlich.

Zur Sicherung des Zugverkehrs wurde zwischen den beiden Abschlufsbahnhöfen das telegraphische Zugmeldeverfahren eingerichtet. Die beiden Bahnhöfe liegen rund 7 km auseinander,

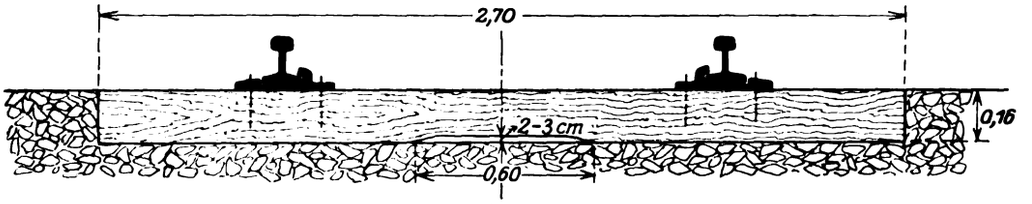


Abb. 9.

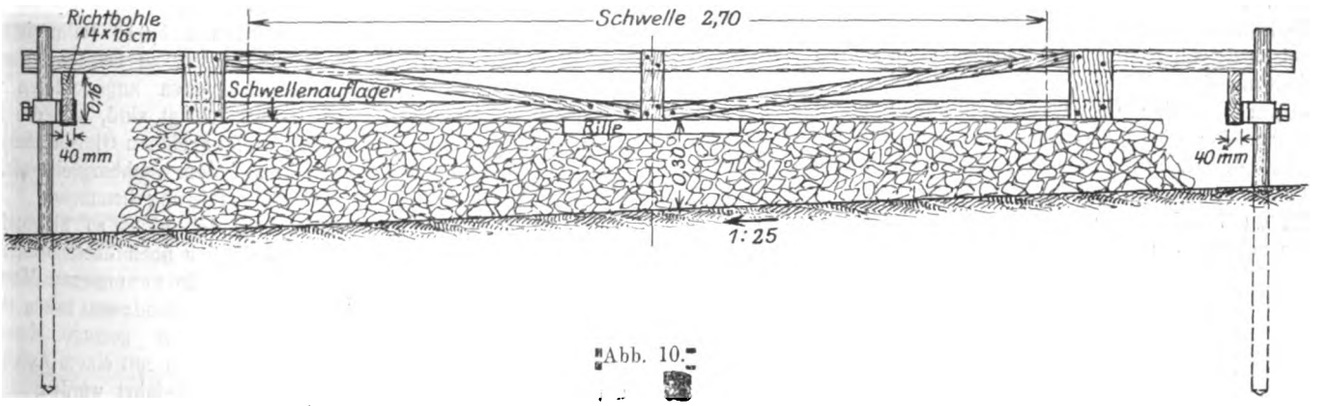


Abb. 10.

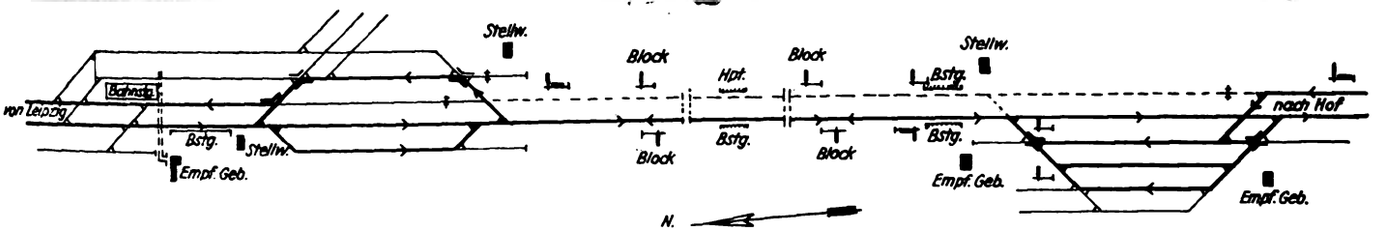


Abb. 11. Betriebsführung bei Sperrung des Gleises Hof—Leipzig.

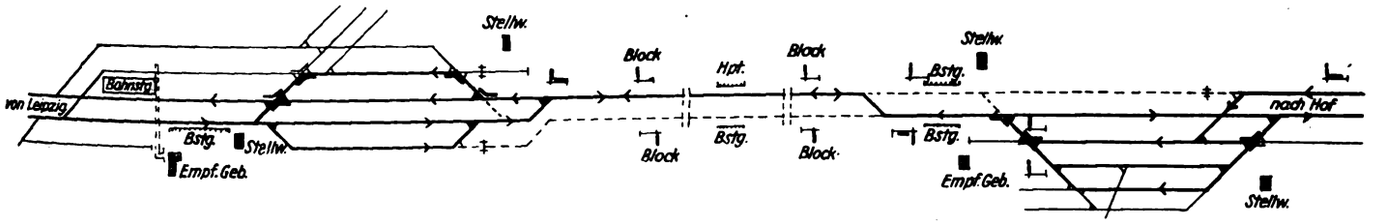


Abb. 12. Betriebsführung bei Sperrung des Gleises Leipzig—Hof.

Digitized by Google

zwischen ihnen besteht noch ein Haltepunkt. Die ganze Strecke ist durch zwei Zugfolgestellen (Blockposten) in drei Abschnitte untergeteilt. Die Züge wurden von Zugfolgestelle zu Zugfolgestelle durch Fernsprecher zurückgemeldet. Die Blockstellen blieben voll in Tätigkeit, wie beim zweigleisigen Betriebe. Dies begünstigte die Durchführung des dichten Zugverkehrs, indem auf der immerhin langen eingleisigen Strecke in jeder der beiden Richtungen drei Züge hintereinander verkehren konnten.

An den elektrischen und mechanischen Sicherheitseinrichtungen brauchten für den eingleisigen Betrieb nur ganz geringfügige Änderungen vorgenommen zu werden. Es machte sich in der Hauptsache nur nötig, auf den beiden Abschlufsbahnhöfen in die aus dem regelmäfsigen Betrieb ausgeschalteten, als Schutzgleise oder für Zwecke der Bauarbeiten benutzten Gleise Sperrvorrichtungen mit Sicherheitsschlössern einzubauen und einige stromdichte Schienen auszuschalten, sowie die Schienenstromschliefser der freien Strecke aus dem jeweils gesperrten Gleis in das Betriebsgleis zu verlegen.

Der Betrieb wurde so geführt, dafs Änderungen in den Bahnhofsanlagen für die Bearbeitung des Gleises der Richtung Hof—Leipzig überhaupt nicht erforderlich waren und für die Bearbeitung des Gleises der Richtung Leipzig—Hof brauchte, abgesehen von den Gleisverschwenkungen an den Bahnhofseingängen für die Umfahrung des gesperrten Gleises (siehe Gleisskizze), nur auf dem einen Abschlufsbahnhof eine Weiche eingebaut zu werden. Sehr vorteilhaft erwies sich, dafs das jeweils zu bearbeitende Gleis mit beiden Abschlufsbahnhöfen oder wenigstens mit dem einen Bahnhof noch Verbindung hatte. Dies ermöglichte, ohne Berührung des regelmäfsigen Zugverkehrs, die alten Bettungsstoffe und sonstige Altstoffe schleunigst abzufördern und nach Wiedereinbau des Gleises die Verfüllstoffe in grofsen Mengen schnellstens heranzufördern. Auch sonst trug diese Verbindung während des Gleisrückbaues und -Vorbaues wesentlich zur Beschleunigung der Bauarbeiten bei.

Die Arbeiten waren auf Grund öffentlicher Ausschreibung je zur Hälfte an zwei bewährte Unternehmerfirmen zu festen Einheitspreisen übertragen. Die Bahnverwaltung übte die Aufsicht zur Sicherung des Betriebes und der Unternehmerleute aus, sorgte für Absteckung der neuen Gleislage einschliefslich der Höhenvermarkung und hielt das oben beschriebene Lehr- und Absteckgerät vor. Denn man hatte schon bei den Rammarbeiten erkannt, dafs peinlichste Überwachung der Arbeiten, aber auch die Vorbereitungen, wie die Absteckungen und die Ausbildung und Beschaffenheit des genannten Gerätes mit zu den wichtigsten Teilen der Ausführung gehörten.

Die gesamten Arbeiten auf den Walzstrecken von 4630 m Gesamtlänge wurden mit einer täglichen Durchschnittsleistung von reichlich 100 m Gleis ausgeführt. Hierbei mufs hervorgehoben werden, dafs fafst auf der ganzen Länge der Walzgleisstrecke aufsergewöhnliche Arbeitsverhältnisse vorlagen, indem für jeden Meter Gleis annähernd etwa 2 cbm festgelagerte alte Gleisbettungsstoffe zu beseitigen waren, weil lange Zeit zurück alte Hordungsmassen seitlich aufgestapelt worden waren. Ferner mufste auf längere Strecken eine ganz alte verschlämmte, viel zu hoch und ohne Verband liegende Packlage entfernt werden. Auch die Gräben waren zur Verbesserung der Gleisentwässerung infolge der Verstärkung der Gleisbettung zum Teil zu vertiefen. Alle diese zeitraubenden Arbeiten sind in der oben angegebenen Durchschnittstagesleistung mit eingeschlossen, ferner noch die Gleisänderungen (der Ein- und Rückbau der Weichen, die Gleisverschwenkungen usw.), die wegen des eingleisigen Betriebes notwendig waren. Da, wo solche ungünstige Arbeitsverhältnisse nicht vorliegen, werden sich noch günstigere Durchschnittsleistungen erzielen lassen.

Das Walzen der Bettungssohle und des Steinbettes erforderte für die ganze Walzstrecke von rund 4630 m insgesamt 380 Stunden. Durchschnittlich entfallen also auf einen laufenden Meter Gleis 0,082 Walzstunden. Anfangs waren bis zu 0,12 Walzstunden erforderlich. Nach Auslegen des Altschwellenwiderlagers auf den Randwegen, wodurch der Steinschlag beim Walzen besser zusammenhielt, wurde das Bett über seine ganze Breite in kürzerer Zeit gleichmäfsig dicht. So kam man an einzelnen Strecken schon mit 0,065 Walzstunden für den laufenden Meter aus, wobei allerdings ein Teil der Erfahrung beim Gleisbettwalzen zugute zu rechnen war.

Um ein noch schärferes Bild über die reinen Arbeitsleistungen zu gewinnen, sind für die einzelnen Arbeiten während der Ausführung genaue Aufzeichnungen über den Zeit- und Arbeitsaufwand gemacht worden und zwar sowohl bei den Unternehmerarbeiten als auch bei Eigenbetrieb, einschliefslich der Absteckungs- und sonstigen Vorbereitungsarbeiten, des Bauaufsichts- und Sicherheitsdienstes usw. Der Gesamtaufwand ist dann auf Bahnarbeiter-Tagewerke von je neun Stunden reiner Arbeitszeit zurückgeführt worden. Das Ergebnis wolle aus nebenstehender Übersicht ersehen werden.

Der durchschnittliche Aufwand von 1,616 Bahnarbeiter-Tagewerk/m Gleis dürfte als recht günstig zu bezeichnen sein, wenn man bedenkt, dafs darin die oben angedeuteten ungünstigen Arbeitsverhältnisse berücksichtigt sind, wie die Beseitigung der aufsergewöhnlichen umfangreichen Gleisbettmassen usw. Auch der dichte Zugverkehr auf dem Nachbargleise wirkte in vieler Hinsicht bei der Arbeitsausführung hemmend.

Eine kleinere Teilstrecke, auf der nicht so übermäfsig viele, aber das gewöhnliche Mafs immer noch überschreitende Massen zu beseitigen waren, und wo die gewonnenen Massen zum weitaus gröfsten Teile gleich am Bahndamm neben dem Gleise verbaut werden konnten und nur geringe Massenabförderungen in Betracht kamen, ist schon mit einem Aufwand von 1,286 Bahnarbeiter-Tagewerk/m ausgeführt worden.

Nach diesen Versuchsergebnissen dürfte sich schon in der Ausführung das Walzverfahren wirtschaftlich kaum ungünstiger stehen als das Stopfverfahren. — Wirtschaftlich überlegen ist aber jedenfalls das Walzverfahren dem Stopfverfahren hinsichtlich der Nachbesserungen und der laufenden Unterhaltung des Gleises. Das kann auch vom Rammverfahren dem Stopfverfahren gegenüber gesagt werden. Dieser Vorzug des Walzverfahrens, den bereits Oberregierungsbaurat Wöhrl hervorhebt, ist zurückzuführen auf die durchgehende Gleichmäfsigkeit in der Dichte des Steinschlagbettes, die aber nur durch Maschinenarbeit erzielt werden kann. In dieser Beziehung dürfte das Walzverfahren auch das Rammverfahren mit Hand übertreffen. Man kann deutlich beobachten, wie verschieden die Wirkung der Stampfstöfse mit der Handramme (Pufferrammen) auf die Steinbettung ist; das hängt mit der grofsen Verschiedenheit der Kraft, Ausdauer und Geschicklichkeit der einzelnen Arbeiter zusammen. Die Gleichmäfsigkeit der Dichte eines gewalzten Steinschlagbettes hat sich schon bei der bayrischen Versuchsstrecke durch die nach mehreren Monaten festgestellte Gleichmäfsigkeit der bleibenden Gleissenkung bestätigt. Auch die hiesigen Walzstrecken, welche im Mai d. Js. in Betrieb genommen worden sind, zeigen jetzt eine fast gleichmäfsig bleibende Einsenkung, übrigens auch von etwa 15 mm, wie die bayrische Versuchsstrecke. Bei dieser gleichmäfsigen Einsenkung erübrigt sich natürlich jede Nachregulierung in der Höhenlage. Nach den Ergebnissen der Höhenmessungen der später ausgeführten Walzstrecken, die jetzt schon fast dieselbe gleichmäfsige Einsenkung aufweisen, sowie nach den sonstigen Beobachtungen dürfte sich die bleibende Einsenkung bald nach der Inbetriebnahme einstellen, worauf anscheinend der Beharrungszustand einzutreten beginnt. Die weiteren Messungen der Walzstrecken werden zeigen, ob sich dies be-

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
Vorbereitende Arbeiten, Nivellements, Bauaufsichts- und Sicherheitsdienst usw.	Die neuen Gleisbettstoffe (Steinschlag), einschliefslich Verfüllstoffe abladen und entlang des Gleises verteilen	Gleisabbruch, seitliche Ablagerung der Oberbauteile. Die alten Schwellen und das Kleineisen aufladen, abladen und stapeln, die brauchbaren Altschwellen aussuchen. Aufräumungsarbeiten	Die alten Gleisbettungs- und sonst anstehenden Massen gewinnen, aufladen, abladen und verbauen, die neue Bettungssohle nebst Randwegen (Bermen) einebnen und Gräben regulieren	Die neue Gleisbettung bis Schwellenunterkante schichtenweise einbringen und abwalzen einschliefslich Abwalzung der neuen Bettungssohle	Gleis unter Verwendung der ausgebauten Schienen (Prof. VI) und durchweg neuen Schwellen und zum Teil neuen Kleineisens wieder auslegen, einschliefslich Sortieren, Anfordern, Abladen, Verteilen der neuen Schwellen und Kleineisens, Bohren d. Schwellen, Anbringen der Wanderschutzstammwinkel	Gleis mit Steinschlag verfüllen und Verfüllung abrammen	Zwischenzeitliche Weichen- und Gleisanlagen bauen und zurückbauen, einschliefslich Änderung der Sicherheitseinrichtungen anläfslich des eingleisigen Betriebes und Unterhaltung der zwischenzeitlichen Anlagen
Gesamtaufwand an Bahnarbeiter-Tagewerken zu je neun Stunden.							
310	867	567	2361	1464	1174	587	164
Summe: 7494 Tagewerke.							
Aufwand an Bahnarbeiter-Tagewerken für 1 lfd. m gewalzte Gleisstrecke.							
0,067	0,187	0,122	0,510	0,316	0,253	0,126	0,035
1 m = 1,616 Tagewerke zu je neun Stunden.							

Gesamtlänge der Walzstrecken = 4630 m.

stätigt. Erst wenn weitere bleibende Einsenkungen nicht zu erwarten sind und nur noch die notwendige elastische Nachgiebigkeit unter der rollenden Last zu beobachten ist, ist der Zeitpunkt gekommen, wo etwaige unzulässige Höhenunterschiede, insbesondere zu grofse Senkungen beseitigt werden können, was aber ohne Anwendung der Stopfhacke geschehen soll.

Neuerungen im Telegraphenwesen der Österreichischen Bundesbahnen.

Von **Gustav Jelinek-Donner**, Oberrevident, zugeteilt der Generaldirektion der Ö. B. B.

Die Österreichischen Bundesbahnen besitzen für die fernschriftliche Nachrichtenvermittlung vier Gattungen von Fernschreiblinien und zwar Hauptlinien, Direktionshauptlinien, Betriebslinien und Wagendirigierungslinien. Die Hauptlinien verbinden mehrere Direktionsbezirke miteinander. Die Direktionshauptlinien vermitteln den Verkehr zwischen den Befehlsbahnhöfen wichtiger Hauptstrecken innerhalb eines Direktionsbereiches. Die Betriebslinien dienen zur Regelung des Zugsverkehres, enthalten alle Stationen der Befehlsstrecke und enden in den beiderseitigen Befehlsbahnhöfen. Die Wagendirigierungslinien sind auf den Bereich der jeweiligen einheitlichen Wagenwirtschaftsgruppe abgestellt und werden aufserhalb der Zeit der Inanspruchnahme durch Wagendirigierungstelegramme auch für sonstige Telegramme des Verwaltungsdienstes sowie für die Abgabe des täglichen Uhrenzeichens ausgenützt, zumal sämtliche Bahnhöfe der wichtigeren Bahnstrecken in diese Linien eingebunden sind. Der Vollständigkeit halber wäre noch beizufügen, dafs die Verbindung mehrerer Bahnhöfe an einem Orte durch besondere Lokallinien besorgt wird.

Da die Hauptlinien zur Bewältigung des Nachrichtenverkehres während des Krieges nicht ausreichten, mufsten von der Staatstelegraphenverwaltung Leitungen angemietet werden. Nach Beendigung der Rücktransporte der Armee mufsten diese Leitungen nach Auflösung der Zentraltransportleitung wieder der Staatstelegraphenverwaltung zurückgestellt werden. Dieser Umstand, sowie die in diesem Zeitpunkte eingetretene Verschiebung der Hauptverkehrsrichtung von Süd-Nord auf Ost-West brachte es mit sich, dafs die einzige, von Wien nach Tirol zur Verfügung stehende Hauptlinie den Anforderungen nicht mehr genügen konnte. Von der Zuspannung einer neuen Leitung mufste wegen der hohen Kosten abgesehen werden. Es erübrigte daher nur, die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Hauptlinie durch Einführung des Hughes-Betriebes zu erhöhen, wofür Apparate billig beschafft werden konnten.

Um das Hughes-System für den Eisenbahnbetrieb zweckdienlich zu machen, mufste die Einschaltung mehrerer Stationen ermöglicht werden, was trotz der keineswegs einwandfreien 4 mm Eisendrahtleitung gelang und zur Errichtung der Hughes-Mittelstationen in Linz und Salzburg führte.

Das Personal, das zur klaglosen Verwendung mindestens eine einjährige Vorbildung besitzen mufs, wurde von jenen Fernschreibern gebildet, die seinerzeit von der Eisenbahnverwaltung an das Heer abgegeben worden waren und die dort in den Hughes-Betrieb eingestellt und verwendet wurden. Der Nachwuchs wurde bisher im Einvernehmen mit der Post- und Telegraphenverwaltung durch Zuteilung von Eisenbahnfernschreibern in einem Post-Hughes-Kurs herangebildet. Entsprechend der höherwertigen Leistung und der verhältnismäfsig langen Schulzeit wurde der Hughes-Dienst um eine Verwendungsgruppe höher festgesetzt als der am Morse-Apparat. Diese Höherreihung soll auch ein Ansporn für die Übernahme dieses schwierigen Dienstes bilden.

Um die Vorteile des Hughes-Dienstes möglichst auszunützen, werden die Telegramme der gewöhnlichen Morse-Linien der einzelnen Bahnstrecken sternförmig nach den Hughes-Stationen Wien, Linz, Salzburg und Innsbruck geleitet, von diesen nach der in Betracht kommenden Hughes-Stationen abgesetzt, die sodann die Beförderung auf der passenden sternförmig angeordneten Morse-Linie zur Zielstation veranlafst.

Diese Betriebsanordnung hat sich so gut bewährt, dafs ungeachtet der Beschränkung des Hughes-Betriebes auf einen reinen Tagdienst mit dem Betriebsschlufs um 19 Uhr die bei

Digitized by Google

dem Wechsel vom Tag- zum Nachtdienst vielfach vorgekommenen Rückstände ganz weggefallen sind und die Schnelligkeit der Beförderung der Telegramme erheblich gesteigert werden konnte. Der tägliche Abschlufs des Hughes-Betriebes ist überdies von der gegenseitigen Meldung der Hughes-Stationen über die vollzogene Aufarbeitung der Rückstände abhängig gemacht. Zum Nachweis der abgegebenen Telegramme wird jener Teil des Papierstreifens, der die Frasen enthält, in das Protokoll eingeklebt.

Ferner ist die Einrichtung getroffen, dafs die Hughes-Linie nach Abschlufs des Tagbetriebes auf Morse-Arbeitsstrom umgeschaltet wird, zumal die grofsen Bahnhöfe den zur Nachtzeit schwächeren Überlandverkehr derzeit mit Morse-Linien bewältigen können.

Die günstigen Erfolge mit dieser Anordnung haben die Österreichischen Bundesbahnen veranlafst, durch Zusammenfassung von Morse-Leitungen eine neue Hughes-Hauptlinie Wien—Graz—Villach zu schaffen, zumal die Zunahme des Nord-Süd-Verkehres bereits zu Schwierigkeiten in der Abwicklung des dringenden bahndienstlichen Verkehres Anlafs gegeben hatte. Dementsprechend soll auch der telegraphische Sternbetrieb von den zukünftigen Hughes-Stationen in Graz und Villach aufgenommen werden.

Die aus Anlafs der Schaffung eines selbständigen Wirtschaftskörpers der Österreichischen Bundesbahnen vorgenommenen organisatorischen Änderungen führten zu einer Zusammenziehung von Direktionsbereichen und Wagenwirtschaftsgruppen und boten den Anlafs zu einer Zusammenfassung des Telegraphendienstes in einem Zentraltelegraphenbureau in Wien, in dem die Hughes-Station Wien als Mittelpunkt einbezogen ist. Zur Erläuterung mufs beigefügt werden, dafs seinerzeit verschiedene Zentralverwaltungsstellen des Eisenbahnbetriebes (Eisenbahnministerium, Generalinspektion, Hauptwagenamt, Direktionen usw.) in Wien in verschiedenen, zum Teil räumlich recht weit voneinander entfernten Gebäuden untergebracht waren. Diese Zentralstellen benötigten zum Teil eigene Telegraphenämter, die in allen wichtigen Linien eingebunden waren. Durch die vorstehend erwähnten organisatorischen Veränderungen wurde zwar eine Verminderung der Zahl der Zentralstellen herbeigeführt, doch verblieb zum Teil noch die räumliche Trennung in den vorhandenen Gebäuden.

Nach Schaffung des Zentraltelegraphenbureaus wurde nun die Wahrnehmung gemacht, dafs die gleichzeitige Einbindung zahlreicher Telegraphenämter der verschiedenen räumlich getrennt untergebrachten Eisenbahnzentralstellen keine günstige Dienstführung ergab, zumal die Besetzung einer Linie durch die Abgabe eines Telegrammes das untätige Abwarten der übrigen Stellen zur Folge hatte. Da diese Stellen bei der bescheidenen Gesamtarbeit nur mit einem geringen Stande an Telegraphisten besetzt waren, die eine verhältnismäfsig grofse Anzahl von Apparaten zu bedienen hatten, war die Dienstesabwicklung schleppend und wirtschaftlich unbefriedigend.

Anläfslich der versuchten ersatzweisen Vermittlung von Nachrichten mit dem Fernsprecher wurde nun festgestellt, dafs selbst umfangreiche Phonogramme mit weitläufigen Zahlenangaben fehlerlos abgegeben werden konnten, wogegen im fernschriftlichen Verkehr Verstümmelungen nicht hintanzuhalten waren. Auf Grund dieser Erfahrung wurde der Vermittlungsdienst zwischen dem Zentraltelegraphenbureau und den einzelnen Zentralstellen ausschliefslich auf Fernsprechlinien neu eingerichtet. Zur Durchführung dieser Vermittlungsart wurden im Zentraltelegraphenbureau sowie in den einzelnen Zentralstellen Zellen eingerichtet, in welchen ein mit einem Kopfhörer ausgerüsteter Maschinenschreiber mittels eines Wand-Mikrotelephons jene Nachrichten gibt oder empfängt und sogleich niederschreibt, die von der mit der gleichen Einrichtung versehenen Gegen-

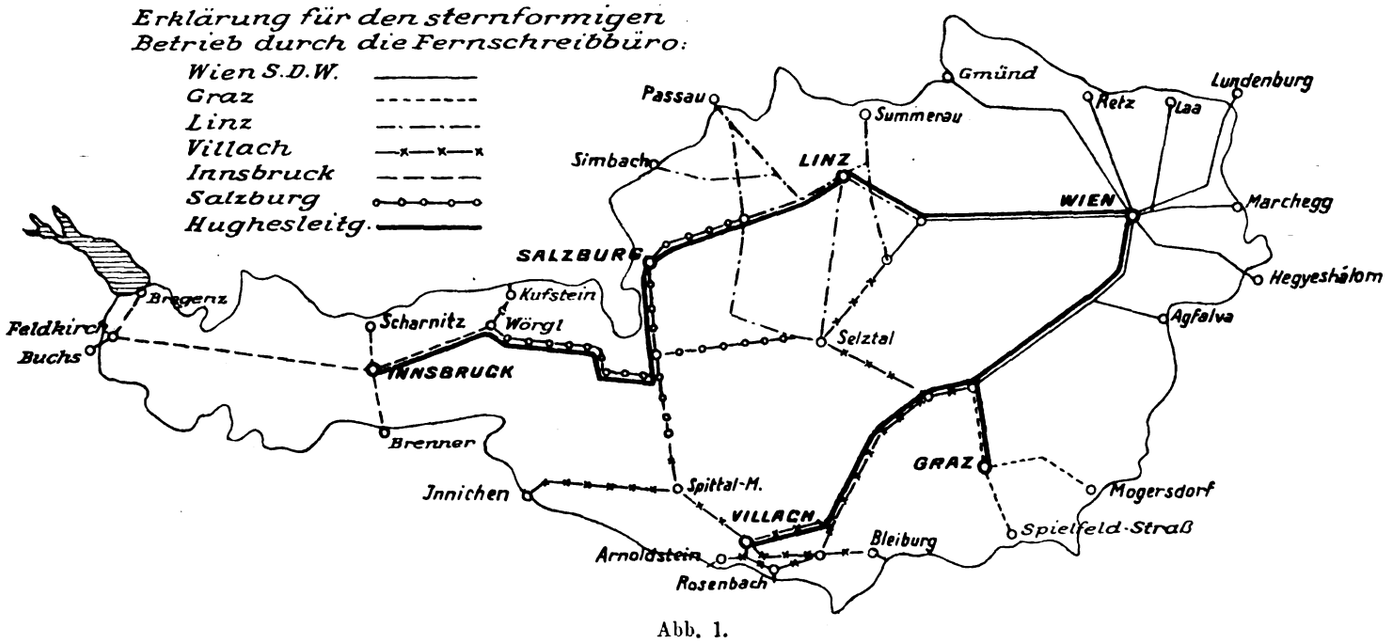
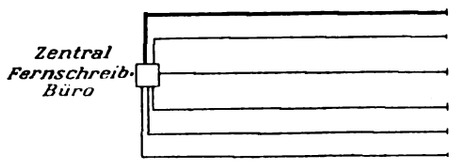


Abb. 1.



Generaldirektion d. österr. B. B. (Ferndrucker komb. mit Fernsprecher auf gemeinsamer Leitung.
Kommerzielle Direktion der Generaldirektion.
B. Ministerium für Handel und Verkehr und Elektrisierungsdirektion der österr. B. B.
Betriebsdirektion Wien-Südwest.
Betriebsdirektion Wien-Nordost.
Alle übrigen Bahnanstalten mit Staatsfernverkehr.

Abb. 2. · Zusammenfassung des Telegraphendienstes im Zentralfernschreib-Büro.

Digitized by Google

station empfangen oder diktiert werden. Die Niederschrift mit der Maschine ergab nebstbei auch den Vorteil, sogleich bis zu sechs Abschriften in gut lesbarer Schrift anfertigen zu können.

Zur Vermittlung von fremdsprachigen Telegrammen erhielt das Zentraltelegraphenbureau und die Zelle in der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen einen Ferndruckapparat, der im Bedarfsfalle auf die Diktierleitung geschaltet werden kann.

Der Dienst im Zentraltelegraphenbureau wurde in drei Abteilungen geteilt und zwar für den Hughes-, Morse- und telephonischen Vermittlungsdienst. Ein Leiter des Bureaus und zwei Aufsichtsbeamte, die in verschiedenen Schichten tätig sind, besorgen den Aufsichtsdienst. Dem Leiter obliegen neben der Gesamtüberwachung des Dienstes die administrativen Angelegenheiten des Bureaus, sowie die Staatstelegraphen- und Staatstelephonabrechnung. Die Aufsichtsbeamten (je einer in einer Schicht) vollziehen die Arbeitszuteilung und haben ihren Sitz im Morse-Saal vor einem Zentralvermittlungsschrank, mittelst welchem jede beliebige Leitungsverbindung hergestellt und auch die Kontrolle über die Tätigkeit eines jeden Arbeitsplatzes durch Sicht auf das Milliampèremeter oder durch Einschaltung eines Schreibapparates vollzogen werden kann. Eine Mefseinrichtung zur Beurteilung des Zustandes einer beliebigen Leitung, sowie ein Vielfachtaster zur Abgabe von Zirkulartelegrammen (Uhrenzeichen) auf mehreren Leitungen von einem Arbeitsplatze aus vervollständigen die Einrichtung.

Die Leistung der neuen telephonischen Ermittlungsart zwischen dem Zentraltelegraphenbureau und den Wiener Eisenbahnzentralstellen überbietet um vieles die der früheren Telegraphenämter, weil auf den Diktierleitungen unausgesetzt gearbeitet werden kann und selbst noch wenig geübte Telephonisten in der Lage sind, 30 bis 40 Worte in der Minute zu vermitteln.

Die Ausschaltung einer Reihe von Telegraphenstationen aus den Linien hatte auch eine bedeutende Entlastung und damit die Beschleunigung in der Beförderung der Telegramme zur Folge, weil für das Absetzen der Telegramme nach auswärts statt der vielen schwach besetzten Telegraphenämter nur mehr ein gut besetztes den Dienst besorgt, in welchen dadurch die vollständige Ausnützung der Arbeitskräfte erreicht werden konnte. Die Zentralisierung des Telegraphendienstes brachte jedoch nicht nur eine Verbesserung des Betriebes mit sich, sondern auch Ersparnisse an Personal- und Erhaltungskosten.

Die technischen Einrichtungen des Zentraltelegraphenbureaus werden in einem später erscheinenden Artikel besprochen werden.

Über die elektrische Leitfähigkeit von Holzschwellen.

Von Ing. **Robert Nowotny**, Wien.

Bei der automatischen Streckenblocksignalisierung, wo die Schienen als Stromleiter benützt werden, spielen die hölzernen Schwellen eine wichtige Rolle, da sie als isolierende Mittel zwischen den Schienen einerseits und zwischen diesen und Erde andrerseits wirken sollen. Der durch eine Schwelle hervorgerufene Nebenschlufs zur Erde ist zwar für sich betrachtet nur klein, weil sie dem Stromdurchgang einen verhältnismäfsig hohen Widerstand entgegensetzt, aber in der Strecke haben wir es mit einer grofsen Zahl parallel geschalteter Nebenschlüsse in der isolierten Gruppe von Schwellen zu tun, woraus sich eine gröfsere Ableitung ergeben kann, die den Betrieb der Blockierung sehr wesentlich zu beeinflussen vermag.

Da die Schwellen durch Tränkung gegen Holzfäulnis geschützt werden, ist die Frage nicht abzuweisen, ob das verwendete Holztränkungsmittel einen merklichen Einflufs auf die Leitfähigkeit der Schwellen hat. Mit dieser Frage beschäftigen sich Fachkreise in Nordamerika seit etwa 15 Jahren in ziemlich eingehender Weise. P. R. Hicks hat vor einiger Zeit*) eine ausführliche Zusammenstellung der bisherigen amerikanischen Untersuchungen gegeben. Im folgenden will ich die wichtigsten Angaben derselben anführen; manches hiervon dürfte auch für Fachleute in anderen Gebieten beachtenswert sein.

Untersuchungen der einschlägigen Verhältnisse wurden von verschiedenen amerikanischen Bahngesellschaften, die das automatische Streckenblocksystem verwenden, durchgeführt und zwar sowohl an einzelnen Schwellen als auch an Blockstrecken. Unter anderen hat sich mit dieser Frage auch die Signalsektion der Amer. Railw. Eng. Assoc. beschäftigt. An eine gröfsere Zahl von Signalingenieuren wurden ferner Fragebogen ausgesandt, um Angaben über Erfahrungen in der grofsen Praxis aus verschiedenen Gebieten zu erhalten.

Die umfassendsten Versuche auf der Strecke sind vom staatlichen Forstprodukte-Laboratorium in Madison (Wis.), einer Abteilung des staatlichen Forstdienstes, im Verein mit der Chicago-Milwaukee und St. Paul Railway bei Madison durchgeführt worden. In einer Versuchsstrecke von 430 m wurden sieben Teilstrecken von je 50 m Länge eingerichtet. Die Schienen eines jeden solchen Abschnittes wurden von den benachbarten isoliert und in jeder Gruppe Schwellen verschiedener Beschaffenheit eingebaut. Ein Abschnitt enthielt Rohschwellen aus Weifseiche, je einer Schwellen aus Roteiche, die mit Chlorzink und Fluornatrium getränkt worden waren, zwei enthielten kreosotierte Schwellen, wobei Gemische von Teeröl und Gasöl verwendet wurden; ein Abschnitt enthielt verschiedene ältere Schwellen, endlich lagen in einer Sektion mit Chlorzink getränkte Schwellen, die man nach der Tränkung durch 26 Stunden eingelaugt hatte und deren Oberfläche mit Besen abgekehrt wurde, um das Zinksalz dort möglichst zu entfernen. Die Mefsinstrumente, ein Voltmeter und ein Amperemeter, in Verbindung mit fünf Trockenelementen, konnten durch gut isolierte lange Verbindungsdrähte mit den verschiedenen Streckenabschnitten in Verbindung gebracht werden. Durch eine Reihe von Messungen wurde der elektrische Widerstand zwischen den Schienen und gegen Erde bestimmt.

Wenn auch noch weitere Untersuchungen notwendig sein werden, um verschiedene Fragen zu klären und genauere Mefsergebnisse zu erhalten, so geben doch die schon vorliegenden Beobachtungen ein allgemeines Bild der Widerstandsverhältnisse und ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Umständen.

Im allgemeinen ergab sich, dafs der elektrische Widerstand der Schwellen in der Richtung der Holzfaser die kleinsten Werte aufwies, am gröfsten ist er längs der Jahresringe und in radialer Richtung. Das Kernholz bietet dem Stromdurchgang gröfseren Widerstand als Splintholz. Der Widerstand wird wesentlich durch den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes beeinflufst, was ja naheliegend ist, und zwar ist er dem Wassergehalt umgekehrt proportional. Mit steigender Temperatur wird der Widerstand kleiner; so fiel bei einer Temperaturerhöhung von 10 auf 34° C der Widerstand auf die Hälfte.

Alte ungetränkte Schwellen haben eine gröfsere Leitfähigkeit, als frisch eingebaute. Wichtige Aufschlüsse boten die Untersuchungen von Schwellen, die mit verschiedenen Stoffen imprägniert worden waren. Bei der sehr häufig verwendeten öligen Imprägnierung, wobei Teeröle dem Holze einverleibt werden, wurde gefunden, dafs hierdurch eine Verminderung des Widerstandes nicht eintrat; manchmal wird eine Erhöhung des Widerstandes festgestellt.

*) „Electrical conductivity of treated wood". Report of the committee on wood preservation, Amer. El. Railw. Eng. Assoc. 1924, S. 35.

Digitized by Google

Wesentlich anders verhalten sich Schwellen, die mit wasserlöslichen Mitteln getränkt werden; hierfür kommen Metallsalze in Betracht, die den Widerstand im Vergleich zur ungetränkten Schwelle sehr merklich herabdrücken. Untersucht wurden Schwellen, die mit Zinkchlorid und Fluornatrium getränkt worden waren; die Widerstandsänderung steht angenähert im umgekehrten Verhältnisse zum Salzgehalte der Schwelle.

Da das Zinkchlorid in Nordamerika in grofsen Mengen zur Schwellentränkung verwendet wird, liegen ziemlich viele Beobachtungen an derart getränkten Schwellen vor. Übereinstimmend wird beobachtet, dafs die bald nach der Tränkung eingebetteten Schwellen einen verhältnismäfsig niedrigen Widerstand aufweisen. Dieser Einflufs ist so bedeutend, dafs man Blockstrecken in Längen von 300 bis 450 m mit derartigen, frisch imprägnierten Schwellen anfangs überhaupt nicht betreiben konnte, da der Strom längs der Strecke völlig verschwand. Nach sieben bis acht Tagen waren die Verhältnisse bereits wesentlich gebessert, nach einem Jahr war der Einflufs des Tränkungsmittels nicht mehr zu beobachten. Der Widerstand war dann fünfmal so grofs geworden wie am Anfange.

Um diesem Einflusse zu begegnen, soll man die mit Chlorzink frisch imprägnierten Schwellen vor dem Einbau in Blockstrecken ein bis zwei Monate zur Trocknung lagern lassen. Diese Forderung enthält für den Verbraucher nichts Ungewöhnliches, denn es ist im allgemeinen ohnedies Regel, dafs man die Hölzer nach der Imprägnierung mit wasserlöslichen Stoffen mehrere Monate in luftigen Stapeln austrocknen läfst, um nicht beim Eisenbahntransport der frisch getränkten Schwellen unnütze Frachtspesen zahlen zu müssen.

Die Ursache des verschiedenen Leitvermögens der feuchten und trockenen, mit Salzen imprägnierten Schwellen liegt darin, dafs die frischgetränkte Schwelle von einer grofsen Menge verdünnter Metallsalzlösung, die als Elektrolyt wirkt und gute Leitfähigkeit besitzt, durchsetzt ist; im Holze findet sich daher anfangs eine zusammenhängende leitende Flüssigkeitsbahn von mehr oder weniger grofsem Querschnitte vor. Im Laufe der Trocknung verdunstet das Wasser zum gröfsten Teil und die in den Holzzellen zurückbleibenden Salzteilchen stehen nicht mehr in so innigem leitenden Zusammenhange für den elektrischen Strom wie früher.

In älteren Strecken kommt es im Zuge der gewöhnlichen Erhaltungsarbeiten zum Einbau neuer Schwellen als Ersatz für faule oder sonst unbrauchbar gewordene. Nach verschiedenen Beobachtungen ist in Blockstrecken bis 900 m Länge der Einbau von 10 bis 15 v. H. frisch imprägnierter Chlorzinkschwellen ohne Nachteil auf den Betrieb; in manchen Fällen zeigte sich, dafs Strecken von 600 m Länge noch betriebsfähig blieben, wenn 25 v. H. und mehr frisch imprägnierter Schwellen eingestellt wurden. In der Regel soll aber die jährliche Auswechslung nicht über 15 v. H. von der Gesamtzahl der Schwellen betragen. Dabei ist die Ableitung viel gröfser, wenn die ausgewechselten Schwellen gröfstenteils benachbart liegen. Es erwies sich als günstig, wenn etwa erst jede sechste oder siebente Schwelle ausgewechselt wurde.

Wie grofs der Anteil der auszuwechselnden Schwellen sein kann, hängt vor allem vom Schienenwiderstande und den Widerstandsverhältnissen der Bettung ab. Bei frisch eingebauten, mit Zinkchlorid getränkten Schwellen zieht sich bei warmem Wetter das Salz manchmal teilweise auf die Schwellenoberfläche, wodurch sie dann bei feuchtem Wetter wesentlich besser leitet. Nach etwa drei Monaten ist dieser Einflufs sehr gemindert und nach Jahresfrist ist hiervon nichts mehr wahrzunehmen.

Da nach den Untersuchungen des Forest service die Leitfähigkeit der Schwellen auch durch Fluornatrium-Imprägnierung erhöht wird, ist es möglich, dafs ähnliche Verhältnisse wie bei den mit Chlorzink zubereiteten Schwellen auch bei einem stärkeren Einbau der mit Fluornatrium getränkten Schwellen eintritt. Auch hier wird man sich gegen allfällige Betriebsstörungen durch Stapelung der Hölzer während einiger Monate schützen können. Ähnlich werden die Verhältnisse auch bei Schwellen liegen, die mit neueren wasserlöslichen Imprägniermitteln wie Basilit, Malenit, Triolith u. a. durchtränkt worden sind; der Hauptbestandteil aller dieser Mittel wird bekanntlich durch Fluornatrium gebildet.

Im übrigen darf der Einflufs, den die verschiedenen Imprägnierverfahren auf die Leitfähigkeit der Schwelle ausüben, nicht überschätzt werden. Hicks hat bei dem Berichte über die Versuche des Forest service darauf hingewiesen, dafs beispielsweise nasse Schwellen oder die feucht gewordene Bettung den Widerstand weit mehr beeinflussen können, als dies durch Verwendung der verschiedenen Imprägniermittel der Fall ist.

Wichtig ist für die behandelten Fragen auch der elektrische Schienenwiderstand. Nach amerikanischen Erfahrungen sollte er nicht gröfser als 0,33 Ω/km sein. Oft liegen die Schwierigkeiten im Betriebe von automatischen Blocksignalen lediglich im zu hohen Schienenwiderstand; seine Verminderung nützt oft weit mehr als angestrebte Verbesserungen in anderer Beziehung. Sie kann ohne weiteres durch Verbesserung der Schienenverbindungen oder Vermehrung ihrer Anzahl erzielt werden.

Wie oben angedeutet, hat auch die Beschaffenheit und der jeweilige Zustand der Bettung einen verhältnismäfsig grofsen Einflufs auf die Nebenschlüsse von den Schienen zur Erde; naturgemäfs werden jene um so geringeren Widerstand haben, je feuchter die Bettung ist und je gröfsere Leitfähigkeit sie an und für sich aufweist.

Oft haben Betriebsschwierigkeiten in der Blockstrecke ihre Ursache in der Verwendung von Relais mit zu hohem Widerstand; es unterliegt auch bei merklicher Ableitung keinen Schwierigkeiten, den Betrieb durch Benützung eines niedrigohmigen Relais aufrecht zu erhalten.

Die Bedeutung der Scheibe-Schwelle.

Von Reichsbahnoberrat **Waas**, Stuttgart.

Den weitaus gröfsten Teil der Unterhaltungskosten des Eisenbahngleises verschlingt die Wiederinstandsetzung der durch die Betriebseinwirkungen in Unordnung gebrachten Gleislage. Wir sind es gewöhnt, jahraus jahrein Arbeiterheere diesen dauernden Lageänderungen des Gleises mit der Stopfhacke zu Leibe rücken zu sehen. Vielleicht ist die Gewöhnung an diese ewige Krankheit des Gleises schuld daran, dafs uns die ganze Mangelhaftigkeit der Gleisbettung kaum recht bewufst wird. Die Bettung des Eisenbahngleises ist ein richtiges Stiefkind geblieben. Alle Verbesserungen am Oberbau haben sich immer nur auf das eigentliche Gleis bezogen, nie auf die Bettung. Man ist wohl vom schlechteren zum besseren Bettungsstoff fortgeschritten, Bauform und Bauvorgang der Bettung sind geblieben. Sie muten heute, wo die Verbesserung und die Verfeinerung der Arbeitsweisen zu Grundforderungen aller Arbeitsvorgänge geworden sind, besonders zurückgeblieben an. Auch die wissenschaftliche Behandlung des Oberbauproblems hat sich mit Vorliebe dem Gleis zugewandt. Bei der Bettung hat sie sich auf die Festlegung des Begriffs der Bettungsziffer beschränkt, womit die wissenschaftliche Durchdringung der Bettung erschöpft war. Wichtige Fragen, wie beispielsweise die Ermittlung der günstigsten Bettungsziffern für bestimmte

Digitized by Google

Gleise und Lasten, die Ausbildung von Arbeitsweisen, um diese vorherbestimmten Bettungsziffern beim Gleisbau erreichen und messen zu können, sind nie weiter verfolgt worden. Bei dem bekannten Mangel an exakten wissenschaftlichen Versuchen im Oberbauwesen, der in schreiendem Widerspruch zu den grofsen Geldwerten steht, die im Oberbau festgelegt sind, war die Behandlung solcher Fragen übrigens auch unmöglich.

Erst in neuester Zeit sieht man Anfänge wenigstens zur Verbesserung des Bauvorgangs durch Walzen und Stampfen der Bettung unter Ausschaltung der Mifshandlung des Bettungsstoffs durch die Stopfhacke. Auf diesem Wege werden aber erst nachhaltigere Erfolge zu erringen sein, wenn auch die Bauformen von Bettung und Gleis geändert werden. Die Bettung des heutigen Eisenbahngleises mufs zwei Forderungen gerecht werden. Sie sollte einerseits Fundament für eine feste und unverrückbare Gleislage und darum möglichst dicht gefügt und in ihren Teilen unverschieblich sein. Andererseits verlangt der übliche starre Gleisrahmen eine Federung der Bettung, die wieder eine Beweglichkeit der Bettungsteile voraussetzt. Beide Forderungen sind im Grunde unvereinbar. Um eine dauernd unverrückbare Gleislage zu erhalten, müfste die Bettung so stark verdichtet werden, dafs die Federung zu kurz käme. Bestenfalls wird ein Mittelweg zwischen diesen beiden Bettungseigenschaften möglich sein, der für ein bestimmtes Gleis und eine bestimmte Gleisbelastung seinen Ausdruck in der oben erwähnten günstigsten Bettungsziffer findet. Die Mängel dieses Mittelweges liegen offen zu Tage; seine Folge ist die beklagte, dauernd verbesserungsbedürftige Gleislage. Um die erstrebte unverrückbare Lage des Gleises und damit den gewissermafsen unterhaltungslosen Oberbau zu erreichen, mufs der Bettung ihre zwiespältige Aufgabe vereinfacht werden. Es mufs ihr der Teil dieser Aufgabe, den sie am wenigsten dauernd erfüllen kann, nämlich die Federung, abgenommen und dem Gleis übertragen werden. Wir müssen also vom starren zum federnden Gleis übergehen. Erst dann steht der beliebigen Verdichtung der Bettung zur sicher stützenden Grundlage des Gleises nichts mehr entgegen. Hierbei genügt aber das einfache Walzen oder Stampfen der lose geschütteten Schotterbettung nicht mehr; sie mufs daneben so gedichtet werden, dafs ihre Hohlräume ausgefüllt sind und die einzelnen Bettungsteile möglichst unverschieblich nebeneinander liegen. Als Füllmasse werden sich asphaltartige Stoffe auch deswegen am besten eignen, weil sie keine zu spröden und zu starren Bettungskörper ergeben. Das Niederschlagwasser mufs auf der Oberfläche dieses Bettungskörpers abgeleitet werden. Nach dem Verlegen der Schwellen wäre zwischen ihnen eine dachförmig geneigte, von der Gleismitte nach den Schwellenenden auslaufende Bettungsdecke aus gleichem gedichtetem Steinstoff aufzubringen. Vermutlich wird eine solche Einbettung der Schwellen das Gleis allein gegen Verschieben sichern. Aufserdem steht der Ausfüllung der noch verbleibenden Räume zwischen und neben den Schwellen mit losem Schotter nichts entgegen. Die gedichtete Bettung ist ganz abgesehen von ihrer Tragfähigkeit bezüglich Güte und Genauigkeit der Ausführung dem bisherigen unsicheren Bettungsgefüge, das durch Stopfarbeit und nachträgliches Festfahren durch die Züge gewonnen wird, weit überlegen. Dazu schützt der dichte Bettungskörper das Unterbauplanum ebenso vor Durchfeuchtung, wie er selbst gegen Verschmutzung von unten her unempfindlich ist.

Für die Ausgestaltung des Gleises ergeben sich ebenfalls weitgehende Möglichkeiten. Sobald das Gleisstopfen wegfällt, können Zahl und Form der Schwellen, ebenso wie die Gröfse und Gestalt ihrer Lagerflächen, einzig nach dem Grundsatz günstigster Lastübertragung auf die Bettung gewählt werden. Mufs das Gleis nicht mehr dauernd gehoben und gerückt werden, so stört auch ein höheres Gleisgewicht zum Vorteil einer ruhigen Gleislage nicht mehr. Schwieriger will nun allerdings die Ausführung eines federnden Gleises scheinen, das neben einer genügenden und möglichst vollkommenen Federung auch frei von Ermüdungserscheinungen bleibt. Wird die Frage nach einem solchen Gleis erst ernstlich aufgeworfen, so findet sich sicher auch ein Weg zu ihrer Lösung. Einen sehr aussichtsreichen Vorschlag für eine solche Gleisbauform erblicke ich in der Scheibeschen Eisenhohlschwelle*). Scheibe hatte zunächst nur die Verbesserung der üblichen Eisenschwellen in der Richtung ihrer Angleichung an die elastischere Holzschwelle im Auge, weshalb seine Schwellenform sich diesem Zweck anpafst. Diese Schwelle greift aber über den ihr bisher gegebenen engen Rahmen hinaus. Ihr Hauptwert dürfte in der Möglichkeit einer lagerfesten federnden Gleisanordnung liegen. Sie mufs zu diesem Zweck noch etwas umgebildet und mit einem horizontalen Lager versehen werden. Es ist dringend zu wünschen, dafs zu den bisherigen Versuchstrecken mit Scheibe-Schwellen bald weitere Strecken mit lagerfester Bettung treten. Nur auf Versuchstrecken lassen sich die Grundbedingungen für eine solche Bettung klären.

Auch bei einem federnden Gleis auf starrer Unterlage wird man bei zunehmender Liegedauer mit Lageveränderungen rechnen müssen. Sie werden vielleicht schwieriger zu beheben sein als bisher. Man wird deshalb wohl besser auf Unterhaltungsmafsnahmen möglichst verzichten und dafür kürzere Liegezeiten als Hauptgleis vorsehen. Dafs lange Liegezeiten der Hauptgleise schon heute wenig Vorteile bieten, wird jedermann finden, der sich für eine Hauptgleisstrecke eine Wirtschaftlichkeitsrechnung mit Berücksichtigung des entsprechenden Wertes des frühzeitig ausgebauten Gleises aufmacht. Aufserdem bieten aber Hauptgleise mit kürzeren Liegezeiten sonstige Vorteile verschiedener Art: sie sind allgemein billiger zu unterhalten, die Fahrzeuge werden besser geschont, Sicherheit und Annehmlichkeit der Beförderung sind gröfser, Verbesserungen und neue Bauformen führen sich leichter ein.

Die primitiven Bau- und Unterhaltungsweisen des heutigen Eisenbahnoberbaus bedürfen dringend der Verbesserung und zwar in der Richtung der Begrenzung der in viel zu grofsem Umfang nötigen Handarbeit und ihres Ersatzes durch mechanische Arbeit. Die bisherigen Oberbauformen erscheinen für diese Umstellung nicht geeignet. Es ist nötig, sich ernstlich mit ihrem Ersatz durch günstigere Formen zu befassen. Vor allem gehören hierzu aber Versuche. Auf diesem Gebiet ist noch viel nachzuholen; die aufgewendeten Mittel werden sich sicher reichlich bezahlt machen.

*) Organ 1915, S. 217; 1919, S. 65; 1920, S. 204; 1923, S. 142.

Internationaler Eisenbahnverband.

Tagung der Ausschüsse.

Hierzu Tafel 1.

Die fünf Ausschüsse des Internationalen Eisenbahnverbandes, nämlich der Ausschufs für Personenverkehr, für Güterverkehr, für Abrechnung und Währungen, für Austausch des Rollmaterials (IV), sowie für technische Fragen (V) tagten — zum ersten Male auf deutschem Boden — in München in der Zeit vom 30. April bis 15. Mai 1925.

Über die Beratungsgegenstände und Ergebnisse des IV. und V. Ausschusses, die für die Leser des Organs von Interesse sind, sei im folgenden kurz berichtet. Dabei sei bemerkt, dafs die Beschlüsse, die von den einzelnen Ausschüssen gefafst wurden, vorbereitender Art sind. Satzungsgemäfs sind sie noch der Hauptversammlung vorzulegen, die in der Regel alle fünf Jahre

Digitized by Google

in Paris abgehalten wird, demnach also 1928 stattfinden wird (die letzte Hauptversammlung tagte am 1. Oktober 1923).

IV. Ausschufs »Austausch des Rollmaterials«.
Vorsitz: Italienische Staatsbahn.

1. Internationale Vereinheitlichung der Bezeichnungen der hauptsächlichsten Gattungen der zum gegenseitigen Gebrauch bestimmten Fahrzeuge. Untersuchung der Möglichkeit, die Hauptgattungen der Fahrzeuge, einschliefslich der Privatwagen, durch die erste Ziffer der am Wagen angebrachten Nummern zu bezeichnen.

Beschlufs: Die Angelegenheit soll nicht weiter verfolgt werden. Den Verbandsverwaltungen wurde empfohlen, die bereits bei der Klasseneinteilung und Typenbezeichnung der Güterwagen angenommenen Beschlüsse einheitlich in Kraft zu setzen.

2. Verwendung im internationalen Verkehr von verwaltungs- oder privateigenen Fahrzeugen, die mit besonderen Ausrüstungen und eventuell mit Krafterzeugungsvorschriften zur Frischhaltung der Güter während des Transportes versehen sind. Sicherheitsvorschriften für die Zulassung zum Wagenaustausch und Tarifvorschriften unter Berücksichtigung des wegen des Vorhandenseins der Ausrüstungen oder Maschinen zu befördernden höheren Eigengewichts.

Beschlufs: Die Bestimmungen des § 18, Punkt 12 des RIV (Ausgabe Perugia 1925) sollen allein mafsgebend sein, wonach derartige Privatwagen nur nach besonderen Vereinbarungen mit den beteiligten Verwaltungen zum Übergang zugelassen werden. Um jedoch die Vereinbarungen zu erleichtern, ist ein Unterausschufs zur Ausarbeitung von Vorschriften, die als Leitfaden dienen sollen, eingesetzt.

3. Besteht ein Interesse, Gebrauchseinschränkungen bei der Rücksendung gewisser Spezialwagen vorzusehen? Welcher Art und Ausdehnung wären diese Einschränkungen und welches die wirksamsten und einfachsten Mafsnahmen zur Beachtung der Vorschriften?

Beschlufs: Ein Bedürfnis wurde nicht anerkannt, dem Antrage wurde daher nicht stattgegeben.

4. Vereinheitlichung der im § 25 der Technischen Einheit vorgesehenen Bezeichnungen. Wahl eines Zeichens, das auf diejenigen Fahrzeuge anzubringen ist, die den vom Ausschusse für »Technische Fragen« gestellten Bremsbedingungen nicht entsprechen. (Prüfung der vom Ausschusse für »Technische Fragen« zu Florenz über diesen Gegenstand gemachten Vorschläge).

Beschlufs: Die Angelegenheit wurde dem für die Revision der TE. eingesetzten Unterausschufs überwiesen.

V. Ausschufs »Technische Fragen«.
Vorsitz: Französische Ostbahngesellschaft.

1. Heizung der Züge auf den elektrisch betriebenen Strecken.

Die elektrische Heizung der Wagen soll mit einer mittleren Spannung von 1500 Volt oder 1000 Volt betrieben werden können.

Die Heizungsbauart der internationalen Personenwagen soll es ermöglichen, durch Betätigung eines Umschalters die eine oder andere Spannung zu verwenden. In jedem einzelnen Personenwagen soll die Heizung in oder aufser Betrieb gesetzt werden können.

Die Hauptleitung soll für eine Leistung von 400 kW vorgesehen sein und einen Querschnitt von 185 mm² haben.

Die Dose und der Steckergriff der Heizkupplungen sind so zu bemessen, dafs die Mafse und Anordnungen nach Abb. 1 Taf. 1 eingehalten werden.

Bei Befestigung der Heizkupplungen an den Fahrzeugen soll die Dose unter dem gewölbten Puffer und der Kabelhalter unter dem flachen Puffer derart angebracht sein, dafs die Mittellinie dieser Dosen möglichst genau unter diejenige der Puffer fällt. Jedenfalls sollen diese Mittellinien von der Fahrzeugachse in einem wagerechten Abstand von 850 bis 900 mm liegen. Die anderen Mafse, welche die Lage der Dosen bestimmen, sowie das Längenmafs des Kabels sind in Abb. 2 Taf. 1 festgelegt. Bei bestehenden Fahrzeugen, deren Bauart die unbedingte Einhaltung dieser Regeln nicht zuläfst, darf die Lage der Dose hiervon abweichen, jedoch unter der Bedingung, dafs die Fahrzeuge ohne weiteres mit solchen gekuppelt werden können, welche die vorgeschriebenen Bedingungen restlos erfüllen, wobei auf die tiefste Lage des Kabels über Schienenoberkante Rücksicht genommen ist.

Alle Einrichtungen, die gegen Berührung durch Unbefugte zu schützen sind, sollen gesichert oder mittels Gasschlüfsel verschlossen sein.

Die zum mindesten für die Heizung verfügbare Leistung soll durch ein Übereinkommen der beteiligten Länder bestimmt werden. Jedoch sollen einzig und allein die Werte von 100 bis 200 Watt je m³ Wagenraum als geltend angenommen werden.

Die Sicherungen oder sonstigen Vorrichtungen sollen so beschaffen sein, dafs sie vollständig betriebssicher selbst im Falle eines Kurzschlusses bei 1500 Volt Gleichstrom wirken. Falls diese Sicherungsvorrichtungen nach jeder Inbetriebsetzung regelmäfsig die Auswechslung eines Teiles erfordern, soll der Personenwagen, welcher mit einer solchen Vorrichtung ausgerüstet ist, zwei Ersatzteile mitführen.

Jedes internationale Fahrzeug ist mit einem Hauptausschalter für Gleich- und Wechselstrom auszurüsten, durch welchen unter Belastung die gesamte innere Heizeinrichtung von der Hauptleitung getrennt werden kann. Es wird empfohlen, die Betätigung dieses Ausschalters vom Wageninnern aus zu ermöglichen. Die Umschaltung des Betriebs mit 1500 Volt Spannung auf einen solchen mit 1000 Volt Spannung oder umgekehrt, soll nicht bewerkstelligt werden können, wenn der Ausschalter des Fahrzeugs geschlossen ist.

Der Wert der Versuchsspannung für die Indienststellung wird frei gelassen, jedoch müssen die Heizeinrichtungen jederzeit an ihren Klemmen folgende Belastungen aushalten können:

a) bei den Ausrüstungen, welche für 1500 Volt Betriebsspannung bestimmt sind, eine Spannung von 4000 Volt Wechselstrom während 5 Minuten,
b) bei den Ausrüstungen, welche für 1000 Volt Betriebsspannung bestimmt sind, eine Spannung von 2500 Volt Wechselstrom während 5 Minuten oder 3000 Volt Wechselstrom während 1 Minute.

Wagen, die nur durchgehende Leitung besitzen, sind nach obigem Punkt a) zu behandeln.

Alle zugänglichen, metallischen, nicht unter Spannung stehenden Teile der Heizeinrichtung sollen vollkommen zuverlässig geerdet sein. Die Anschlüsse können mittels blanker Kupferleiter ausgeführt werden. Die Erdungen der Heizdrähte und diejenigen der Schutzvorrichtungen sollen von einander getrennt sein. Der Querschnitt der Erdung des metallischen Steckergriffes der Kupplung soll mindestens einem Querschnitt von 25 mm² entsprechen. Alle in der Regel stromführenden, fest verlegte Leitungen sind durch geerdete Metallrohre oder metallische Verbindungen zu schützen.

Wagen, die mit elektrischer Heizung oder nur mit durchgehender Leitung ausgerüstet sind, erhalten die Anschriften nach Abb. 3 Taf. 1.

2. Verwendung im internationalen Verkehr von verwaltungs- oder privateigenen Fahrzeugen, die mit besonderen Ausrüstungen und allenfalls mit Krafterzeugungsvorrichtungen zur Frischhaltung der Güter während des Transportes versehen sind. Sicherheitsvorschriften für die Zulassung zum Wagenaustausch und Tarifvorschriften unter Berücksichtigung des wegen des Vorhandenseins der Ausrüstungen oder Maschinen zu befördernden höheren Eigengewichts.

Siehe Beschlufs des Ausschusses IV zu Frage 2.

3. Vereinheitlichung der im § 25 der Technischen Einheit vorgesehenen Bezeichnungen. Wahl eines Zeichens, das an denjenigen Fahrzeugen anzubringen ist, die den vom Ausschusse gestellten Bremsbedingungen nicht entsprechen. Wiederaufnahme der Frage zur Prüfung des Vorschlags der Belgischen Staatsbahnen, die vom Ausschusse vorgeschlagene Revisions- und Schmierbezeichnung durch eine andere zu ersetzen.

Siehe Beschlufs des Ausschusses IV zu Frage 4.

4. Einführung der selbsttätigen Mittelkupplung.

Beschlufs: Nach Anhören eines Vertreters des internationalen Arbeitsamtes, der die Einführung der selbsttätigen Mittelkupplung unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit der Eisenbahnbeamten be-

Digitized by Google

handelte, setzte der Ausschufs zur weiteren Prüfung der Frage einen Unterausschufs ein (Frankreich Vorsitz).

5. Ersuchen der Tschechoslovakischen Staatsbahnen, festzustellen, ob die Türverschlüsse der Personenwagen der ehemaligen Österreichisch-Ungarischen Verwaltung den vom Ausschusse ausgearbeiteten Vorschriften entsprechen.

Beschlufs: Den Verwaltungen, deren Personenwagen noch mit der Verschlufsvorrichtung der ehemaligen Österreichisch-Ungarischen Verwaltung ausgerüstet sind, wird empfohlen, die Verschlufsvorrichtung durch eine solche zu ersetzen, die den Vorschriften des I E V vollkommen entspricht und zwar an den Personenwagen, welche dem Auslandsverkehr dienen. Die Auswechslung soll anläfslich der Unterhaltungsarbeiten vorgenommen werden.

6. Einteilung zweiteiliger Bremsklötze mit feststehendem Halter und einer mit diesem verbundenen auswechselbaren Sohle.

Beschlufs: Es sollen Versuche mit zweiteiligen Bremsklötzen angestellt werden unter Beachtung folgender Richtlinien:

1. Die Pafsfläche und die Form des Keils der zweiteiligen Bremsklötze sollen der Abb. 4 Taf. 1 entsprechen.

2. Das Bremsgestänge der den Versuchen unterworfenen Fahrzeuge ist derart einzustellen, dafs zweiteilige Bremsklötze mit den auf der Zeichnung dargestellten Pafsflächen mit einer Bremsschuhdicke von 60 mm Verwendung finden können.

3. Der Bremsschuh soll auf der Spurkranzweite eine Abrundung von mindestens 10 mm Halbmesser aufweisen.

7. Vorrichtungen zur Übergangserleichterung von einer Bremshütte zu einer anderen Bremshütte zwecks gleichzeitiger Bedienung zweier Bremsen (Aufstellung einer Einheitszeichnung.)

Diese Frage wurde noch nicht erledigt.

8. Ergänzung des Studiums der Vereinheitlichung der Signal- und Laternenträger.

Der Ausschufs kam zu dem Schlufs, dafs eine Vereinheitlichung der Anbringungsstellen der Signalträger an den Personenfahrzeugen aufserordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich ist. Es wurde daher beschlossen, dieses Studium nicht weiter fortzuführen und sich auf die einfache Anwendung des R I C zu beschränken.

9. Widerstandsfähigkeit der Wagenkupplungen der im internationalen Verkehr zugelassenen Fahrzeuge. — Verstärkung der Schraubenkupplungen.

Für neue Wagen wurden folgende Vorschriften aufgestellt:

1. Die Öffnungsweite des Zughakens soll mindestens 40 mm und höchstens 45 mm betragen. Der grofse Durchmsser des Kupplungsbügels in der Zugrichtung soll 40 mm nicht übersteigen, das Höchstmafs von 35 mm für den kleinen Durchmesser, welches von der Technischen Einheit (Berner Konferenz), vorgeschrieben ist, bleibt hingegen beibehalten.

2. Eine Zugbeanspruchung von 20 t soll als Rechnungsgrundlage für die verschiedenen Kupplungsteile angenommen werden.

3. Die geringste Widerstandsfähigkeit der Kupplungen wird zu 65 t festgelegt. Für die vorhandenen Fahrzeuge wird empfohlen mindestens 50 t, wenn möglich 65 t zu erreichen.

4. Am Vorsprung des Puffers dem Zughaken gegenüber, so wie er in der Technischen Einheit festgelegt ist, soll nichts abgeändert werden.

Die Entfernung von der Mitte des Loches im Zughaken bis zur Angriffsfläche am Zughakenmaul soll mindestens 110 mm und höchstens 125 mm betragen.

5. Die Länge der Schraubenkupplung, gemessen von der Innenfläche des Kupplungsbügels bis zur Mitte des Kupplungsbolzens soll folgenden Bedingungen entsprechen:

960 bis 1000 mm bei vollkommen ausgeschraubter Kupplung.

690 bis 760 mm bei vollkommen zusammengeschraubter Kupplung.

Der Durchmesser des Kupplungsbolzens soll 55 mm und in abgenutztem Zustand noch mindestens 50 mm betragen. Daraus ergibt sich, dafs das Loch im Zughaken etwas gröfser als 55 mm sein mufs.

6. Das Gewicht der Kupplung wird 36 kg nicht 30 kg.

7. Es wird empfohlen, den Hebel mit einer Vorrichtung zu versehen, die das selbsttätige Lösen der Kupplung verhindert.

8. Es wird empfohlen, gelenkige Schwengel zu verwenden.

9. Es liegt keine Veranlassung vor, gegenwärtig die Notkupplung abzuschaffen, welche von der Technischen Einheit vorgeschrieben ist. Die Frage wird später bei Gelegenheit der Einführung einer durchgehenden Bremse für Güterzüge aufs neue geprüft werden.

10. Als Sicherheitszahl für die Kupplungslaschen ist wenigstens 3,25 festzusetzen. Sie sollen den schwächsten Teil der Kupplung bilden. Die Sicherheitszahl für die anderen Kupplungsteile und die Zugvorrichtung soll mindestens 3,5 betragen.

10. Verschlufs der Güterwagen zur möglichsten Verhinderung der Einbrüche (Fortsetzung des Studiums.)

Die Frage wird noch weiter behandelt.

11. Internationale Vereinheitlichung der bei unbewachten Planübergängen in angemessenem Abstande vom Übergange auf den Strafsen anzubringenden Warnungssignale.

Zur Vorberatung der Angelegenheit wurde ein Unterausschufs eingesetzt.

Als neue Fragen wurden Unterausschüssen zur Vorberatung überwiesen:

1. Schutz der Telegraphen- und Telephonleitungen gegen die Störungseinwirkungen der Starkstrom- oder Hochspannungsleitungen und besonders der elektrischen Eisenbahnleitungen.

2. Studium der Fragen der elektrischen Zugbeleuchtung bei Personenwagen, die im internationalen Verkehr verwendet werden.

a) Vereinheitlichung der Notbeleuchtungskörper und der zugehörigen Aufhängevorrichtungen in dem im internationalen Verkehr verwendeten Personenwagen.

b) Anschriften für die Schaltung und Ersatzbirnen für die Personenwagen R I C.

c) Vereinheitlichung der Antriebsriemen für die Stromerzeuger.

3. a) Festsetzung der Stromspannungshöhe und der zulässigen Spannungsschwankungen, sowie der Frequenz und ihrer zulässigen Schwankungen bei Wechselstrombahnen, die mit Strom von hoher Spannung und niedriger Frequenz betrieben werden.

b) Bei Wechselstrombahnen Festlegung der Höhe des Fahrdrahts über Schienenoberkante und der zulässigen seitlichen Abweichung von Gleismitte, wie sie sich sowohl durch die Zickzackführung als auch durch Windabtrieb ergibt, desgleichen auch die Umgrenzung des für den Fahrdraht freizulassenden Raumes.

c) Aufstellung von Richtlinien für die Durchbildung der stromlosen Stücke auf Grenzbahnhöfen, wo elektrische Bahnen mit Fahrdraht und verschiedenen Stromsystemen, z. B. Wechselstrom- und Gleichstrombahnen oder Wechsel- und Drehstrombahnen, zusammentreffen.

d) Vereinheitlichung der Einrichtungen zur Warnung vor Berühren der unter Hochspannung stehenden Teile sowohl bei den elektrischen Bahnhofs- und Streckenausrüstungen als auch auf den Lokomotiven (elektrische und Dampflokomotiven).

C.

Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

Die Reichsbahndirektion Essen hat der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vorgeschlagen, um die sich aus der Schweifsung der Schienenstöfse ergebenden Vorteile schon jetzt bei den Neubauten eiserner Brücken der Klasse N nutzbar zu machen, bei der Berechnung von N-Brücken, auf denen bis zu drei Schienenlängen liegen, die Stofsziffern für geschweifste Schienenstöfse anzunehmen. Die Reichsbahndirektion geht dabei von der zutreffenden Annahme aus, dafs zur Zeit der tatsächlichen Einführung der N-Lasten die Frage einwandfreier Schweifsung der Schienenstöfse gelöst sein wird und dann die Schienenstöfse auf eisernen Brücken grundsätzlich geschweifst werden.

Die Hauptverwaltung ist diesem Vorschlag beigetreten und hat angeordnet, künftig alle N-Brücken unter Zugrundelegung der Stofsziffern für geschweifste Schienenstöfse zu berechnen.

Digitized by Google

Persönliches.

Dr. H. Zimmermann zum 80. Geburtstag.

Am 17. Dezember 1925 hat Dr. H. Zimmermann den 80. Geburtstag gefeiert. Zimmermann, der sich in seiner Jugend dem Seemannsberufe zugewendet hatte und erst im Alter von 24 Jahren das Studium des Maschinen- und Baufaches begann, gehörte von 1875 bis 1911 verschiedenen staatlichen Bauverwaltungen, zuletzt dem preufsischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, an und trat 1911 als Wirklicher Geheimer Baurat in den Ruhestand. Seine wissenschaftlichen Verdienste werden jedem Leser des Organs bekannt sein. Sein klassisches Buch über die Berechnung des Oberbaus hat geradezu Weltbedeutung erlangt und seine Schrift über die Schwingungen eines Brückenträgers unter der bewegten Last gehört in der Dynamik gleichfalls zu den klassischen Abhandlungen. Auch die wichtige Frage der Knickbeanspruchung hat durch Zimmermann einen neuen Anstofs erhalten, stets mit unmittelbaren Auswirkungen auf die Sicherheit der deutschen Eisenbahnbrücken.

Wir wünschen dem gefeierten, hochverdienten Manne, der noch heute als Vorsitzender eines Ausschusses in Fühlung mit der Deutschen Reichsbahn steht und selbst noch eine rege wissenschaftliche Tätigkeit entfaltet, noch viele Jahre unverminderter Schaffenskraft: denn Leben heifst ihm Schaffen!

Die Schriftleitung.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Isolierschichten bei finnischen Eisenbahnen.

(Teknikern 1925, Nr. 1469.)

Bei den finnischen Bahnen wurde von Anbeginn an, das ist auf beiläufig 60 Jahre zurück, das Verfahren angewendet, dafs die Mächtigkeit der Kiesbettung in Lehmeinschnitten von der auf Dämmen und in Sandeinschnitten sonst üblichen Stärke von 50 cm unter Schienenunterkante auf 80 cm erhöht wurde derart, dafs in solchen Einschnitten der Lehm auf 30 cm herausgenommen wurde. Doch ergab die Erfahrung, dafs diese Vertiefung von 30 cm in Lehmeinschnitten nicht die Sicherheit bot, die die zunehmende Verkehrsbeschleunigung verlangte. Im Winter und besonders im Herbst und Frühjahr traten sogenannte Frosthügel auf die für den Zugverkehr sehr gefährlich werden konnten und die durch altbekannten Unterkeilungen bekämpft wurden. Die oben erwähnte Stärke von 30 cm wurde daher vielfach in der Ausübung bis zu 70 cm bedeutend überschritten. Das neueste Programm der finnischen Staatsbahnen läfst nun jede Lehmausschachtung in Einschnitten unter der Bettung weg. Hiergegen hat sich in Fachkreisen Widerspruch erhoben und es hat sich eine Erörterung in der Fachpresse entwickelt, die auch bei uns, wo zur Zeit die Frage der Isolierschichten erörtert wird, nicht ohne Belang ist.

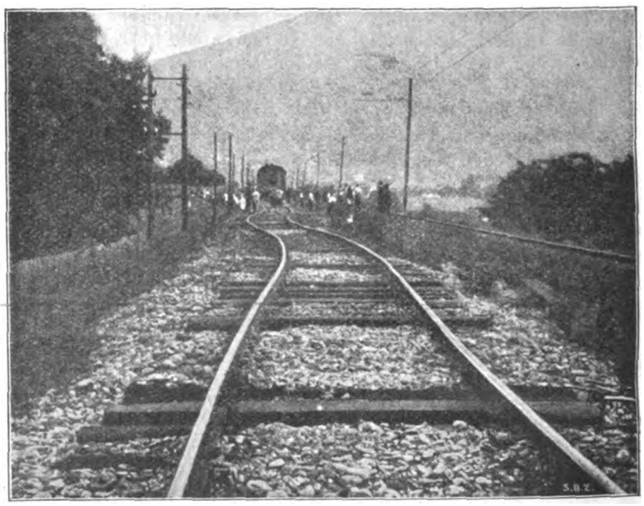
Von den Verteidigern der neuen Mafsnahmen wird folgendes ins Feld geführt: Während der kalten Jahreszeit dringt die Kälte durch die Bettung und dann in den Bahnkörper sowohl in Einschnitten wie in Dämmen. Besteht nun der Bahnkörper aus ungefähr gleichartigem Material und ist er von einer gleichstarken Kiesschicht überdeckt, so ist eine Einwirkung der Kälte auf das Gleis kaum merkbar, da es sich überall gleichviel hebt. Hat man dagegen an manchen Stellen dickere Kiesschichten, so steigt das Gleis an diesen Stellen langsamer und weniger und verursacht an den Übergangsstellen zu normalem Bahn- und Bettungskörper Frostbeulen. Solche Erscheinungen hat man in sogenannten vertieften Einschachtungen, die kein Wasser enthalten, wahrgenommen. Ist dagegen die vertiefte Ausschachtung durch mangelnde Entwässerung nafs, so bekommt man auch in der Ausschachtung Frostbeulen. Frostbeulen sind nicht Erscheinungen, die bestimmten Regeln folgen, sondern sie können oft an ganz unerwarteten Stellen auftreten, oft aus dem Anlafs, dafs starker Regen unmittelbar vor Kälteeintritt den Bettungskies durchnäfst und vor dem Gefrieren keine Entwässerung mehr eintritt, oder dafs mitten im Winter Tauwetter eintritt, wobei der Bettungskörper zum Teil auftaut und Wasser einsaugt, das bei der nächsten Kälte gröfsere oder geringere Unebenheiten im Gleis herbeiführt. Aus allen diesen Gründen haben die mafsgebenden Fachleute der Staatsbahnen sich einstimmig gegen das Profil der sogenannten vertieften Ausschachtung ausgesprochen.

Die Gegenseite macht hingegen geltend, dafs nicht allein das in den Einschnitten vorkommende Wasser die Ursache der Frostbeulen bilde, sondern dafs diese von der Ausdehnung der Erdschichten, auf denen das Gleis ruht, bei Eintritt von Kälte herrühte. Lehm habe in hohem Grade das Vermögen, Wasser bis zu 70 v. H. seines Raumgehaltes in sich aufzunehmen und festzuhalten. Kies und Sand haben die gleichen Eigenschaften nicht, sondern lassen das Wasser fortrinnen und verdunsten. Sand schwillt bei Kälte nicht und die geringe Ausdehnung des Wassers selbst bei dessen Übergang zu Eis wird durch die Zwischenräume im Sandlager ausgeglichen. Man müsse daher in allen Lehmeinschnitten den Lehm bis auf 1,2 m unter der Bettung mit möglichst lotrechten Wänden und mit entsprechender Längsneigung des Schachtungsgrundes herausnehmen und durch reinen Kies ersetzen, um damit für alle Zeit die Frostgefahr zu beseitigen. Die Weglassung der Lehmausschachtungen sei eine verfehlte Sparsamkeit, die sich rächen werde.

Dr. S.

Gleisverwerfung bei Gleisumbau.

Wie in der Schweizer Bauzeitung (Heft 16 vom 17. X. 1925) berichtet wird, entstand bei den Schweizer Bundesbahnen in einer Geraden von 1650 m auf eine Länge von 130 m eine Gleisverwerfung, die einen Zug zum Entgleisen brachte (vergl. Abb.). Im fraglichen Streckenabschnitt, der nach zwanzigjähriger Liegedauer erneuert wurde, waren infolge Schienenwanderung nur noch ganz geringe



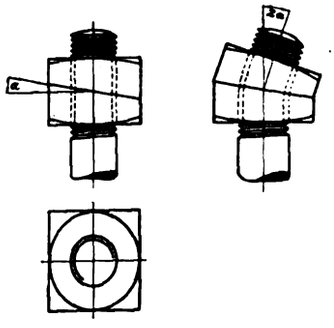
Stofslücken vorhanden. Das Gleis wurde gerade umgebaut und war bereits unterstopft, jedoch der Schotter noch nicht völlig eingebracht, so dafs bei einer Lufttemperatur von 50° C anscheinend die Wärmeableitung erschwert war. Wahrscheinlich wurde die durch die Schienenwanderung und die Wärme erzeugte Spannung im Gleis durch einen darüber fahrenden Zug zur Auslösung gebracht, so dafs sich zwischen diesem und dem nachfolgenden Zug eine Verwerfung von 1 m einstellte.

Wa.

Digitized by Google

»Climax«-Schraubenmuttersicherung für Eisenbahnlaschen.

In Schweden ist von der Schraubenfabrik Hallstahammer eine „Climax" genannte Schraubenmuttersicherung auf den Markt gebracht und bei den schwedischen Staatsbahnen in einem entsprechend ausgedehnten Versuch erprobt worden. In ihrer ursprünglichen Form besteht die Climaxmutter (siehe Abb.) aus zwei in den Anlageflächen in einem kleinen, anfänglich etwa $\alpha = 2^0$ betragenden, Winkel zu einander geneigten Muttern. Wenn man eine gewöhnliche Gegenmutter sehr kräftig anzieht, so tritt zuerst eine Entlastung der Gewinde der unteren Mutter und dann eine Sreckung des Schraubenbolzens im Grenzgebiet zwischen den beiden Muttern ein. Dreht man dagegen die obere Mutter der Climaxverriegelung, so tritt aufser dieser Streckung noch eine Verbiegung des Schraubenbolzens ein, die während der ersten Halbdrehung um 180^0 bis zu einem Gröfstwert von $2\,\alpha$ ansteigt, um dann wieder abzunehmen. Die Erfahrung hat nun gezeigt, dafs selbst die in dieser einfachsten Form hergestellte Muttersicherung nicht volle Sicherheit gewährleistet. Man hat nun durch eine ins einzelne gehende Untersuchung der Druckverteilung in den Berührungsflächen gefunden, dafs aufser der Reibung ein Widerstand gegen das Zurückdrehen der oberen Mutter während der zweiten Halbdrehung auftritt, den man zur Sperrung benutzt. Man hat hiernach die obere Mutter nicht, wie man erwarten sollte, auf 180^0, sondern etwas weiter, etwa auf 270^0, auf eine genau berechnete Drehungslage einzustellen. Es wird damit eine wirkliche mechanische Verriegelung erreicht, die auch durch Erschütterungen und Belastungsschwankungen nicht beeinflufst wird. Man kann sogar durch Wegnahme von Material zwischen den Muttern erreichen, dafs die Biegung des Schraubenbolzens stets innerhalb der Elastizitätsgrenze bleibt. Es erfordert dies aber eine grofse Genauigkeit, die sich z. B. bei Schienenlaschenmuttern nicht lohnt. Man läfst hier vielmehr eine mäfsige dauernde Biegung des Bolzens zu.



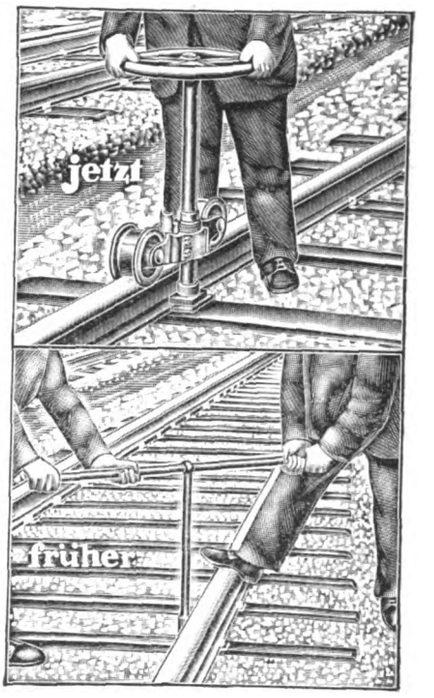
Climax-Muttersicherung.

Die Erfahrung soll gezeigt haben, dafs die Vorrichtung, der fortschreitenden Abnützung der Laschenanlageflächen am Schienenkopf folgend, anstandslos nachgestellt werden kann, ohne dafs die Sicherheit der Verriegelung leidet. Man packt zu diesem Zwecke beide Muttern zugleich mit dem Schlüssel. Nach dem Urteil der schwedischen Staatsbahnen, das sich auf nunmehr dreijähriger Beobachtung aufbaut, hat sich die Sperrwirkung als absolut sicher erwiesen. Auch etwaige Befürchtung, dafs durch die exzentrische Beanspruchung die Gewinde leiden, scheint durch die Erfahrung bisher nicht bestätigt zu sein. Die Anordnung hat dabei den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit.

Dr. Saller.

Vorrichtung zum Nachziehen der Gleisbefestigungsschrauben.

Von der Firma „Vereinigte Flanschenfabriken und Stanzwerke" A. G. in Hattingen a. d. Ruhr wird eine Vorrichtung zum Nachziehen der Gleisbefestigungsschrauben gebaut, die es ermöglicht, in bequemer Weise und unter Ausübung gröfserer Kraft als dies bei dem einfachen Schraubensteckschlüssel mit Griff der Fall, Schienenschrauben zu lösen und festzuziehen. Sie besteht aus einem auf der Schiene fahrbaren Gestell mit seitlich senkrecht gelagerter Spindel, die in der Mitte geteilt ist. Das obere Spindelstück ist mit Handrad versehen, das untere ist am Ende als Sechskantsteckschlüssel ausgebildet.



Durch Nocken wird bei Drehung des oberen Spindelstückes das untere mitgenommen.

Die Handhabung der Vorrichtung ist einfach; sie wird von einem Mann über die nachzuziehende Schraube gefahren, hier über die Schraube gestülpt, worauf durch Drehen des Handrades das Nachziehen erfolgt. Das Handrad gestattet dabei ein Nachgreifen der Hände des Arbeiters, ohne dafs dieser wie bei einem langen Steckschlüssel genötigt wäre seinen Standort zu wechseln. Ferner ist es infolge der kraftschlüssigen Kupplung des oberen und unteren Spindelstückes möglich, die lebendige Kraft der Radmasse zur Lösung der Schrauben heranzuziehen. Bei plötzlich herannahenden Zügen wird die Vorrichtung nach der Gleisaufsenseite umgekippt und sich selbst überlassen; sie fällt dann in eine profilfreie Lage. Die Vorrichtung wird auch mit einer Einrichtung zum Ölen des Schraubenschaftes geliefert.

Pfl.

Buchbesprechungen.

Handbibliothek für Bauingenieure. Herausgegeben von Robert Otzen, II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau, II. Bd. Linienführung von Erich Giese, Otto Blum und Curt Risch. Mit 184 Textabbildungen, 435 Seiten. Berlin. Verlag Julius Springer 1925.

In dem weit ausgreifenden und kritisch angelegten Vorwort werden der Begriff der Linienführung, der hier in einem umfassenderen Sinn als üblich aufgefafst wird, und ihre Aufgaben zunächst erläutert. Merkwürdigerweise wird an Stelle der auf dem Titelblatt benutzten, deutschen Bezeichnung „Linienführung" vielfach im Text das Fremdwort „Trassieren" gebraucht. Die bei den Arbeitsgebieten der Linienführung angeführten „verkehrstechnischen Grundlagen" würden wir eher als betriebstechnische bezeichnen. Auch wäre die Feststellung der Richtung und Stärke des Verkehrs hier anzuführen. Zutreffend ist bei den Aufgaben der Festlegung der Linie bemerkt, dafs die Erdmassenermittlung und -Verteilung schon stark in die Vorarbeiten eingreift. Trotzdem ist ihre Behandlung, wie auch die feldmesserischen Arbeiten, nicht aufgenommen. Die Verfasser bekämpfen die Ansicht, dafs das Trassieren im Aufsuchen der gegebenenfalls in Frage kommenden einen Linie bestehe. Von höherer Warte aus betrachtet, heifse Trassieren, die Ermittlung eines für ein bestimmtes Gebiet erforderlichen Verkehrsnetzes. Es wird hier u. E. auf die Aufgabe ankommen, welche die gegebenen Verhältnisse stellen. Sicher wird es von Wert sein, für ein ganzes Land ein theoretisch richtiges Netz zu entwerfen ohne Rücksicht auf die Verhältnisse, wie sie sich im Laufe der Zeit z. B. unter politischen Hemmnissen entwickelt haben, um darnach bei Um- und Neubauten vorzugehen. Dafs der Verkehrsgeographie und namentlich der Eisenbahngeographie ein grofser Teil des Buches, nahezu 100 Seiten, eingeräumt ist, überrascht auf den ersten Augenblick, da man eine so eingehende Behandlung dieser Fragen unter dem Titel „Linienführung" kaum erwarten dürfte. Dieses Vorgehen erscheint auch nur verständlich, wenn man den Begriff der Linienführung so erweitert, wie es die Verfasser getan haben. Aus demselben Grunde würde aber auch eine Einführung in die Geo-Morphologie (Verkehrsgeologie?), die ja notwendigerweise in der Eisenbahngeographie berührt werden mufs, am Platze sein *). Es ist zu hoffen, dafs diese Hilfswissenschaften für das Studium der Ingenieurwissenschaften an den Hochschulen immer mehr Bedeutung gewinnen.

Prof. Dr. Ing. O. Blum behandelt in dem I. Teil des Buches auf 93 Seiten, in neuartiger, ausgezeichneter Weise die Verkehrs- und Eisenbahngeographie. Er geht von der physikalischen Geographie mit den festen unveränderlichen Gröfsen des verschieden

*) Wir verweisen auf das Werk von Davis Braun: Physiogeographie, II. Bd. Morphologie, Leipzig und Berlin Teubner 1915 und auf den Band; Geomorphologie von Machatschek „Kultur und Geisteswelt", Leipzig und Berlin Teubner, 1919.

Digitized by Google

gestalteten Bodens aus, auf den der Mensch seinerseits umgestaltend einwirkt. Nach Blum besteht die Linienführung zunächst nicht im Aufsuchen einer Linie, sondern im festlegen mafsgebender Punkte. An Stelle des Punktbegriffes führt Blum den des Raumes ein, an Stelle des Linienbegriffs den des Bandes. Dabei behandelt er als die für den Verkehr wichtigen Gebilde die flächenhaften (Raum- und Staatengebilde) mit ihrer relativen Lage namentlich zum Meer, die Inseln und Halbinseln, sowie ihre Höhenlage. Unter den linienhaften Gebilden, den Bändern, versteht Blum die Küsten, die Flüsse, die Gebirgszüge und die Täler. Unter den punkthaften Gebilden versteht er die Siedlungen (das Ursprüngliche, das sind lebende Wesen). Im zweiten Abschnitt wird auf die Eisenbahngeographie näher eingegangen.

Im II. Teil des Buches behandelt Prof. Dr. Ing. Risch in der Einleitung zunächst den Begriff der Eisenbahnen, ihre Einteilung, ferner die mafsgebenden Vorschriften. Von demselben Verfasser rührt der zweite Abschnitt, die wirtschaftlichen Erwägungen, her, die sich auf die Abgrenzung des Verkehrsgebietes, die Gröfse des zu erwartenden Personen- und Güterverkehrs, die Verkehrseinnahmen und -Ausgaben, die Bauwürdigkeit und die Wahl der Bahngattung und Spurweite erstreckt. Letztere beiden Gegenstände hätten unseres Erachtens etwas erschöpfender behandelt werden können. Hinsichtlich der Tarife wird auf den auch von Risch bearbeiteten Abschnitt IX verwiesen, wo die Bau- und Betriebskosten erörtert werden. Hier wird das neue Anschlagsmuster der Deutschen Reichsbahn wiedergegeben in der unter Titel 8 die elektrische Zugförderung aufgenommen, und der alte Titel 12 (Betriebsmittel) fortgefallen ist. Für die angegebenen Preise ist die Vorkriegszeit zugrunde gelegt. Anschliefsend wird für Vergleichsrechnungen die virtuelle Länge und ihr Anwendungswert besprochen. Der Begriff derselben ist natürlich älter als das Mutznersche Werk. (Vergl. Kreuter, Linienführung der Eisenbahnen usw. Wiesbaden 1900, S. 88). Weiterhin werden die Einnahmen aus dem Personen- und Frachtgutverkehr und der Ertrag behandelt. Die Anwendung des Betriebskoeffizienten wird kritisiert. Weshalb die Abschnitte II und IX, die von demselben Verfasser herrühren, nicht vereinigt sind, ist nicht ganz ersichtlich. Der Abschnitt über die Eisenbahnfahrzeuge ist verhältnismäfsig eingehend behandelt. Bemerkenswert ist die Übersicht über die elektrische Zugförderung. Der Schwerpunkt der Arbeit über die eigentliche Linienführung, von Prof. Dr. Ing. Giese bearbeitet, liegt im IV. und VI. Abschnitt, wo die betriebstechnischen Grundlagen der Linienführung und ihre Grundsätze gut und eingehend auseinander gesetzt sind. Die Erörterung der zweckmäfsigen Steigung hätte schliefslich fortgelassen werden können. Beachtenswert ist die Abhandlung über den Bremsweg. Bei der Besprechung der Anlage der Stationen mit Rücksicht auf den Betrieb ist der Dampfbetrieb zugrunde gelegt. Im V. Abschnitt behandelt Giese die Spurweite und ergänzt damit den II. Abschnitt 4b. Hier sind die mehrspurigen Gleise nicht berücksichtigt. Die Ausführungen über die drei- und viergleisigen Strecken mit Richtungs- und Linienbetrieb unter Berücksichtigung von Fern- und Nahverkehr sind wertvoll. Bei der Umgrenzung des lichten Raumes auf Seite 221 ist die Erweiterung und Überhöhung desselben bei elektrischem Betrieb zeichnerisch nicht berücksichtigt. Der Empfehlung der Anlage einer Anfahrsteigung hinter Bahnhöfen bei Hauptbahnen, kann man nur zustimmen. Im VI. Abschnitt hätte bei der Besprechung der mafsgebenden Gesichtspunkte bei der allgemeinen Richtung der Linie wohl auch neben der Geländegestaltung auch auf die Wasserläufe Seite 235 hingewiesen werden können, wenn auch später die Lage der Bahn zum Flufslauf und die Sicherung gegen Wasser berücksichtigt ist.

Die Frage der künstlichen Längenentwicklung ist sehr ausführlich und anschaulich behandelt. Die in Abb. 73 angegebene Lösung zur Überwindung von Talstufen erscheint im allgemeinen wenig empfehlenswert. Hier ist auch die Anwendung von Steilbahnen und Seilbahnen eingeschoben. Die Linienverbesserung bei Überschreitung von Wasserscheiden ist kurz behandelt. Die Bemerkungen über die Umgestaltungen der Bahnhofsanlagen, die Beseitigung der Wegübergänge in Schienenhöhe, die Einrichtung der elektrischen Zugförderung sind beachtenswert. Die Bemerkung über den Stand der Elektrifizierung der Gotthardbahn ist überholt. Die Ausführungen im Abschnitt VII über Schutzanlagen sind eingehend und zweckmäfsig. Vielleicht wäre bei den Schneeschutzanlagen ein näheres Eingehen mit Zahlenangaben über die Anordnung von Schneedämmen, wie sie bei Nebenbahnen im Norden und Osten zur Ausführung gelangt sind, am Platze gewesen. (S. 293, Abb. 106). Auf Seite 305 wäre auch zweckmäfsig bei den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Wege die Rücksicht auf etwaigen Langholzverkehr zu erwähnen. In Abb. 123 fehlt die Angabe der Wegegattungen. Auf Seite 310 wäre bei der Besprechung der Wegübergänge ein Hinweis auf die preufsisch-hessischen Oberbaunormallinien angezeigt gewesen. Auch fehlen in Abb. 125 die zugrunde gelegten Gefälle der Bahn und des Weges und deren Gattung.

Im X. Abschnitt bespricht Giese die allgemeinen und ausführlichen Vorarbeiten. Ob es tatsächlich zweckmäfsiger ist, bei längeren Eisenbahnstrecken die Geländeaufnahmen durch Ingenieure an Stelle von Landmessern unter Leitung von Baumeistern, wie es vielfach in Preufsen üblich war, aufnehmen zu lassen, erscheint fraglich. Im XI. Abschnitt bei der Behandlung des Geschäftsganges bei der Herstellung von Eisenbahnen und Bauausführungen entspricht bedauerlicherweise die Darstellung nicht immer den nach der Vereichlichung bzw. nach der Vergesellschaftung der Reichsbahn gültigen Rechtszustand.

Im ganzen ist zu sagen, dafs die Schwierigkeiten der Abfassung eines Werkes durch verschiedene Verfasser im vorliegenden Fall im wesentlichen überwunden sind. Die im Vorstehenden gemachten kleinen Ausstellungen sollen den Wert des gut ausgestatteten, mit Literatur *) und Sachverzeichnis versehenen, auf der Höhe stehenden Werkes keineswegs beeinträchtigen, dasselbe kann vielmehr innerhalb der ihm gesetzten Grenzen für Studium und Praxis nur empfohlen werden.

Dr. Ing. Wegele.

*) Bedauerlicher Weise ist in dem Literaturverzeichnis nicht die neueste 5. Auflage des Handbuches der Ingenieurwissenschaften von 1924 mit den von G. Claus neu bearbeiteten Vorarbeiten, sondern nur die 4. von 1904 angeführt, auch sonst weist das Verzeichnis kleine Lücken auf.

Verschiedenes.

Preisausschreiben

der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Erlangung eines dynamischen Spannungs- und eines Schwingungsmessers. Aus Interessentenkreisen ist vielfach die Anfrage ergangen, ob der Termin für die Einreichung der Wettbewerbsapparate nochmals verlängert werden sollte. Davon kann keine Rede sein. Die Zeit, die den Erfindern und Konstrukteuren für die Ausarbeitung eines bedingungsgemäfsen Apparates bis zum 1. April 1926 zur Verfügung stand, war reichlich bemessen Die Deutsche Reichsbahn wartet sehnsüchtig auf den erwünschten Apparat und hofft auf recht ganze Beteiligung. Die Inangriffnahme des dynamischen Problems drängt aus wirtschaftlichen Gründen. Was nützt es, wenn auf der einen Seite statisch mit peinlicher Genauigkeit gerechnet wird und auf der anderen Seite zur Berücksichtigung der rechnerisch noch nicht fafsbaren dynamischen Einflüsse rohe Zuschläge gemacht werden? Das Mafs dieser Zuschläge mufs mit der Zeit ebenso peinlich ermittelt werden, wie alle statischen Kräfte. Auf theoretischem Wege sind dabei schon manche Versuche zur Lösung dieses Problems gemacht worden, doch ist diese Frage ohne Kenntnis des tatsächlichen Verhaltens der Tragwerke unter der bewegten Last unlösbar. Daher müssen eingehende, gewissenhafte, alle Einflüsse einzeln erfassende Messungen vorgenommen und ihre Auswertung dann in brauchbare Formeln gebracht werden. Auch auf diesem praktischen Wege ist schon viel geleistet worden, mit eisernem Fleifs hat mancher Wissenschaftler schon unendliches Versuchsmaterial zusammengetragen und ausgewertet. Aber — bisher alles umsonst, weil die verwendeten Apparate nicht für die dynamischen Messungen geeignet waren und die Messungsergebnisse daher unzuverlässig und falsch sind. Man hat sich daher erst neuerdings damit befafst, die Eigenschaften eines für solche Zwecke brauchbaren Apparates festzulegen, und diese den Ausschreibungsbedingungen für den Wettbewerb zugrunde gelegt. Die geforderten Bedingungen müssen erfüllt sein, sonst ist der Apparat für den vorliegenden Zweck nicht geeignet. Dafs die Erfüllung der Bedingungen schwierig ist, ist jedem Fachmann klar, dafür winken aber auch als Preise ansehnliche Summen.

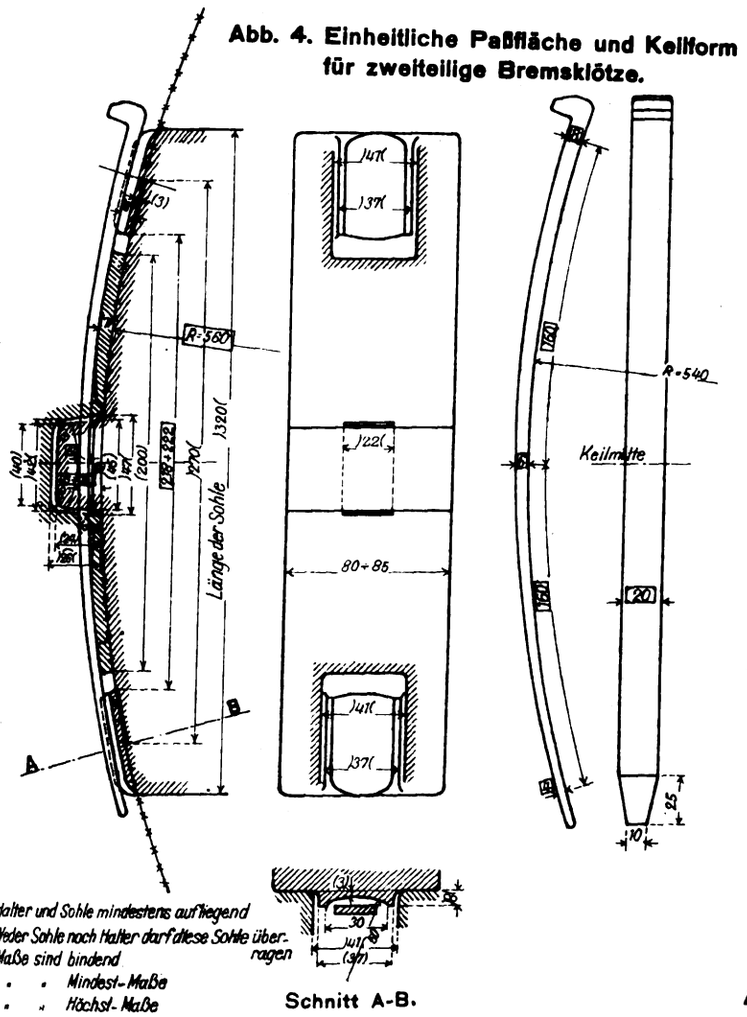
	Spannungsmesser	Schwingungsmesser
1. Preis	8000 RM.	7000 RM.
2. „	6000 „	5000 „
3. „	4000 „	3000 „

Hülsenkamp.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Abb. 4. Einheitliche Paßfläche und Keilform für zweiteilige Bremsklötze.

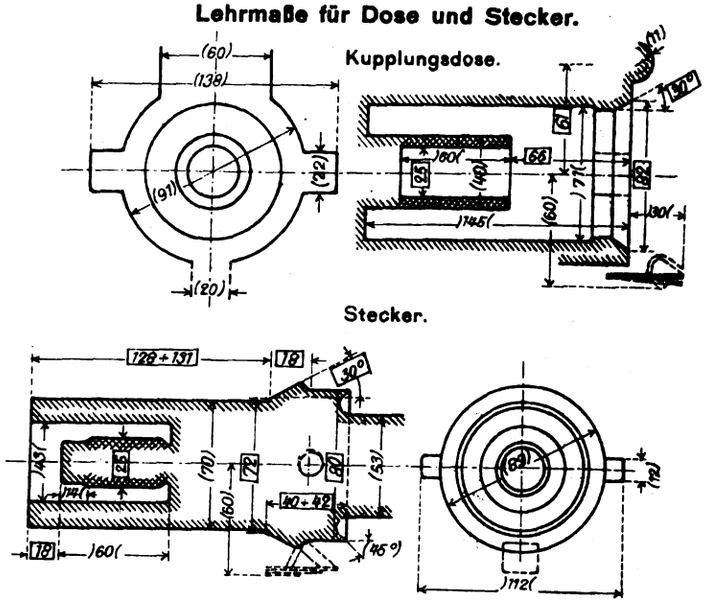


Halter und Sohle mindestens aufliegend
Weder Sohle noch Halter darf diese Sohle überragen
Maße sind bindend
Mindest-Maße
Höchst-Maße

Schnitt A-B.

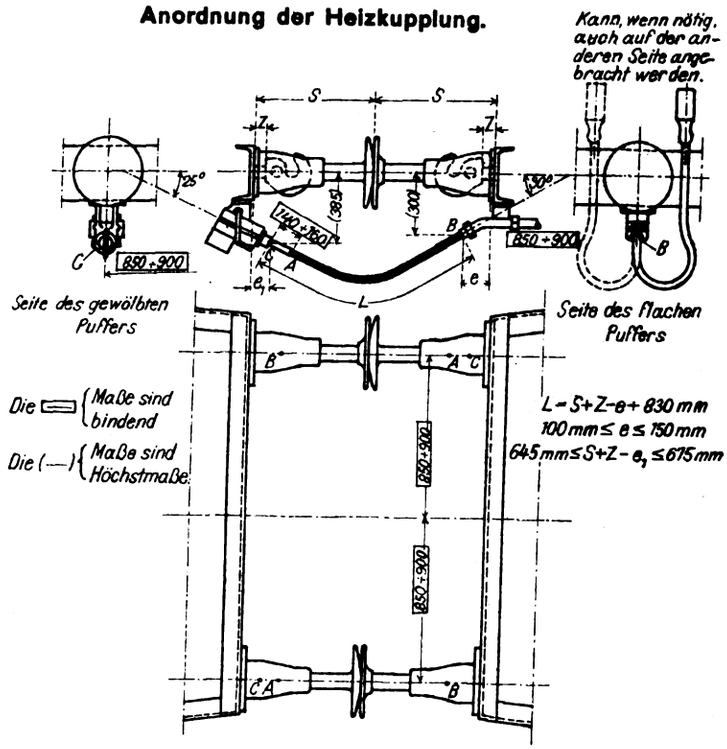
Nicht kenntlich gemachte Maße sind empfohlen.
Maße sind im Rahmen der Herstellungsmöglichkeit einzuhalten.

Abb. 1. Kupplung für elektrische Zugheizung Lehrmaße für Dose und Stecker.



Die ▭ Maße sind bindend
Die)—(Maße sind Mindestmaße
Die (—) Maße sind Höchstmaße
Kontaktflächen.

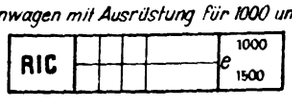
Abb. 2. Kupplung für elektrische Zugheizung Anordnung der Heizkupplung.



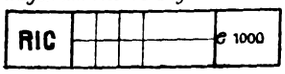
L = Länge des Kabels zwischen den Punkten C u. B
S = Abstand der Pufferfläche vom Kopfträger
Z = Auszug der Zugvorrichtung
e = Überhang des Punktes B, Abstand des Kabelträgermundmittels vom Kopfträger
e_1 = Überhang des Punktes C, Abstand des Dosenmundmittels vom Kopfträger.

Abb. 3. Elektrische Zugheizung Bezeichnung.

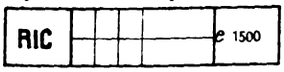
1) Für Personenwagen mit Ausrüstung für 1000 und 1500 Volt.



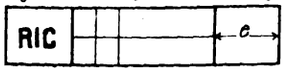
2) Für Personenwagen mit Ausrüstung für 1000 Volt.



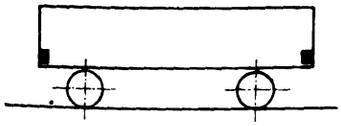
3) Für Personenwagen mit Ausrüstung für 1500 Volt.



4) Für Personenwagen mit durchgehender Leitung.



5) Für Güterwagen mit durchgehender Leitung.



Hellgelbe Ecken beiderseits umgreifend auf jeder Seite annähernd 100 mm breit und 200 mm hoch.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Abb. 1 bis 4. Zum Aufsatz: Internationaler Eisenbahnverband.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. Januar 1926 Heft 2

Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

Von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. Ebel, Berlin.

(Die Versuche wurden von dem unter Leitung des Herrn Reichsbahnrats Günther stehenden Lok.-Versuchsamt Grunewald ausgeführt.)

Hierzu Tafel 2 und 3.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft sieht sich veranlafst, in gröfserem Mafse als bisher die bestehenden Fahrplanlücken durch Triebwagenfahrten auszufüllen, um eine gänzliche Abwanderung des Nahpersonenzugverkehrs auf die in stetig zunehmenden Wettbewerb stehenden Autoverkehrslinien zu verhindern. Hierzu sind Triebwageneinheiten für etwa 50 bis 100 Personen erforderlich. Bei plötzlich steigendem Verkehr können unter Beifügung von ein bis zwei Beiwagen etwa 200 Personen befördert werden. Die Triebwagen werden als vierachsige Drehgestellwagen, als zweiachsige, oder als Doppeltriebwagen ausgeführt, welche aus zwei zweiachsigen kurzgekuppelten Wagen bestehen. Sie sind sämtlich als Durchgangswagen ausgebildet, mit Eingängen nur an den beiden Wagenenden. Das Wageninnere ist durch eine Trennwand in zwei Räume für die dritte und vierte Wagenklasse geteilt. An jedem Ende ist ein geräumiger Führerstand angeordnet, der gegen den Vorraum abschliefsbar ist und nach Bedarf als Gepäckabteil verwendet werden kann. Die Maschinenanlage besteht aus ein bis zwei Benzol- oder Ölmotoren von mindestens je 75 PS Leistung, ferner aus dem Wechsel- und Wendegetriebe und dem Achsantrieb.

Verbrennungsmotoren für Triebwagen werden von den Deutschen Werken in Kiel (6 Zyl. = 150 PS Benzolmotor), der Nationalen Automobil-Gesellschaft in Berlin (6 Zyl. = 75 PS Benzolmotor), Büssing in Braunschweig (6 Zyl. = 80 PS Benzolmotor), Daimler in Marienfelde (4 Zyl. = 100 PS Benzolmotor), Maybach-Motorenbau in Friedrichshafen am Bodensee (6 Zyl. = 150 PS Dieselmotor), der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (6 Zyl. = 90 PS Rohölmotor) und Körting in Hannover (6 Zyl. = 75 PS Rohölmotor) geliefert.

Ferner liefern eigene Getriebe die Deutschen Werke in Kiel, die Nationale Automobil-Gesellschaft in Berlin, die Zahnradfabrik Friedrichshafen, die Waggonfabrik Werdau, die Waggonfabrik Gotha und die Maschinenfabrik Efslingen. Die Frage der Anordnung der Verbrennungsmotoren in den Triebwagen ist in verschiedenster Weise gelöst. Teils sind diese ganz unter dem Wagenkasten hängend angebracht, teils ragen sie in den Fufsboden hinein und sind durch eine Haube oder durch Sitzbänke abgedeckt. In anderen Fällen liegt der Motor im Drehgestell und liegt auch hier entweder unter Fufsbodenoberkante oder ragt in einen der Führerstände hinein. Mafsgebend für die Anordnung ist die Gröfse der Triebmaschine und das Bestreben, sie möglichst zugänglich unterzubringen.

Da auf dem Gebiet der Verbrennungstriebwagen noch verhältnismäfsig wenig Erfahrungen vorliegen, ist es zur Zeit noch nicht möglich anzugeben, welcher Lösung der Vorzug zu geben ist. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat daher eine gröfsere Anzahl von Verbrennungstriebwagen der verschiedenen Bauarten beschafft, die nach ihrer Leistung, Betriebssicherheit und Brauchbarkeit eingehend untersucht werden sollen. Der erste Wagen jeder Bauform wird dem Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald zugeführt und dort planmäfsigen längeren Versuchsfahrten unterzogen. Falls der Wagen den gestellten Anforderungen genügt, wird er einer Direktion zum Dienst überwiesen und weiter beobachtet. Die Bauart der verschiedenen Verbrennungstriebwagen sowie die Ergebnisse der Versuchsfahrten in Grunewald sollen nun im folgenden wiedergegeben werden. Zur Zeit befinden sich dort je ein Wagen der Waggonfabrik Wismar mit einem Maybach Dieselmotor, ein solcher der Waggonfabrik Wegmann in Cassel mit zwei Benzolmotoren von je 75 PS der N. A. G. Berlin, und ein Triebwagen der Deutschen Werke in Kiel mit einem Benzolmotor der D.W. von 150 PS.

I. Der Rohöltriebwagen der Waggonfabrik Wismar mit Maybach-Motor.

Dieser Verbrennungstriebwagen (Abb. 1)*), der gemeinsam von der E. V. A. (Eisenbahn Verkehrsmittel A. G.) und dem Maybach-Motorenbau Friedrichshafen entworfen wurde, ist ein vierachsiger Drehgestellwagen.

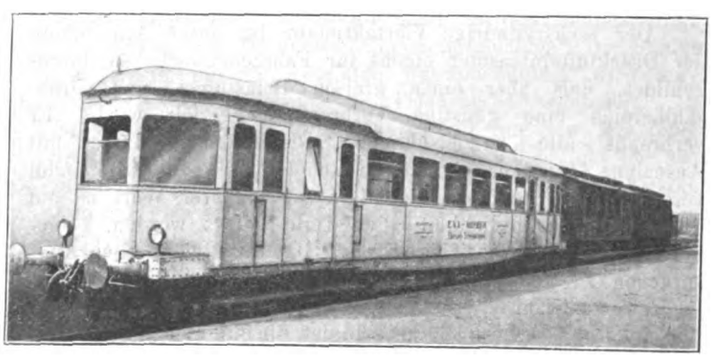


Abb. 1. Eva-Maybach-Dieseltriebwagen.

Die Gesamtlänge des Wagens über Puffer gemessen beträgt	19,3 m
Die Drehzapfenentfernung	11,4 m
Die Wagenkastenlänge	18,0 m
und die gröfste Wagenkastenbreite	2,9 m

Der Antrieb des Triebwagens erfolgt durch einen raschlaufenden Rohölmotor (Abb. 2) von 150 PS max. bei 1300 Umdrehungen, mit sechs in einem Gufsblock vereinigten Zylindern, welcher über ein viergängiges Wechselgetriebe auf eine Blindwelle treibt, von der das Drehmoment durch Kuppelstangen auf die beiden Treibachsen des Maschinendrehgestelles übertragen wird. Die Maschinenanlage ist im Drehgestell so angeordnet, dafs sie im wesentlichen in zwei Hauptgruppen zerfällt, welche je für sich in Dreipunktsaufhängung im Maschinendrehgestell gelagert sind. Die eine Gruppe ist der Motor mit dem unmittelbar gekuppelten Kompressor, welche auf einem gemeinsamen Hilfsrahmen aufgebaut ist. Der andere Teil ist das viergängige Wechselgetriebe mit eingebauter Blindwelle und Kegelradübersetzung zwischen Getriebe und

*) Glasers Annalen 1924, Band 95, Heft 9; Organ 1925, Heft 3.

Digitized by Google

Blindwelle. Das viergängige Getriebe, die Kegelradübersetzung mit Fahrtrichtungswechsel und die Blindwelle mit samt ihrer Lagerung sind in einem Gehäuse vereinigt. Zwischen diesen beiden Hauptgruppen vermittelt eine gelenkig ausgebildete Verbindungswelle die Kraftübertragung. Beachtenswert ist, dafs sowohl der Motor als auch das vollständige Getriebe samt der Blindwelle im abgefederten Drehgestellrahmen gelagert ist.

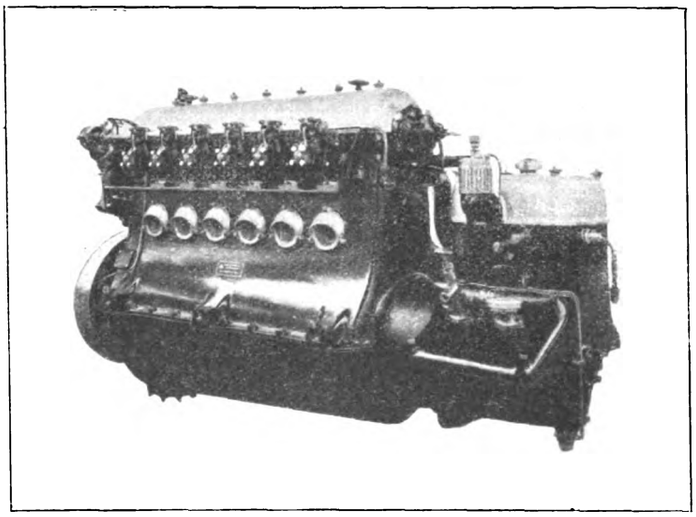


Abb. 2. Maybach-Rohölmotor Type G 4 a.
$N_{max} = 150$ PS. n_{max} 1300 = Umdr./Min.

Der sechszylindrige Viertaktmotor ist unter Anwendung der Drucklufteinblasung eigens für Fahrzeugzwecke so durchgebildet, dafs über einen grofsen Belastungs- und Drehzahlbereich eine günstige Verbrennung erzielt wird. Er verbrennt alle handelsüblichen Dieselmotorentreiböle mit Ausnahme der auch bei anderen Rohölmotoren nur mit Zündöl verbrennbaren Steinkohlendestillate. Besonderer Wert ist auf die leichte Zugänglichkeit aller Teile gelegt worden. Um bezüglich der Betriebsicherheit und Dauerhaftigkeit allen Ansprüchen zu genügen, wurde von der üblichen Weifsmetalllagerung der Kurbelwelle und der Kolbenstangen abgesehen, und eine Rollenlagerung herausgebildet, die eine aufserordentlich hohe Lebensdauer gewährleistet. Die Ein- und Auslafsventile werden durch einen Schwinghebel von der auf dem Zylinderblock angeordneten Steuerwelle aus gesteuert. Während die Ein- und Auslafsventile sich ebenfalls auf der Oberseite der Zylinder befinden und durch eine Aluminiumhaube geschützt sind, sind die Einblaseventile seitlich vom Zylinder geneigt angebracht, so dafs sie unmittelbar zugänglich sind und die Brennstoffnadeln leicht nachgesehen werden können. Die Zylinder besitzen aufserdem je ein ungesteuertes Anlafsventil und ein Sicherheitsventil.

Die Druckluftanlafsvorrichtung ist so durchgebildet, dafs die normale Steuerung in keiner Weise verstellt werden mufs. Zum Anlassen des Motors dient ein Anlafsverteiler. Dieser wird durch Niederdrücken eines Fufshebels auf dem Führerstand eingeschaltet und verteilt die ihm dann zugeführte Anlafsluft im richtigen Zeitpunkt auf die sechs Zylinder, die durch Rohrleitungen an den Anlafsverteiler angeschlossen sind. Mit der Anlafsdruckluft kann ein das normale Motordrehmoment um ein Mehrfaches übersteigendes Drehmoment und die durch das Reibungsgewicht ermöglichte Zugkraft mit Sicherheit erzeugt werden. Durch die Anlafsluft wird also der Motor samt dem Wagen in Bewegung gesetzt. In die Zylinder des Motors wird während des Anlassens Brennstoff eingespritzt, so dafs die Zündung nach wenigen Umdrehungen erfolgt, wodurch sich die Druckluftentnahme selbst abschaltet. Mit dieser Art des Anfahrens können Zuglasten in Bewegung gesetzt werden, die weit gröfser sind als diejenigen, welche solche Triebwagen anziehen können, die zuerst den Motor in Bewegung setzen und dann durch Anrücken einer Reibungskupplung den Wagen in Bewegung bringen. Geschmiert wird der Motor, durch eine Umlaufschmiereinrichtung.

Zur Erzeugung der Einblase- und Anlafsluft ist ein dreistufiger Kompressor, mit eingebautem Zwischenkühler, mit dem Motor durch eine elastische Kupplung unmittelbar gekuppelt. Von seinen Ventilen ist nur das Niederdrucksaugventil mechanisch gesteuert. Die Ventilsätze lassen sich in kurzer Zeit ausbauen und nachsehen. Die erzeugte Druckluft dient zum Einblasen und Auffüllen der Anlafsflasche. Der Überschufs an Luft nach Auffüllen der Anlafsflasche bei niedriger Motorbelastung mufs ins Freie gelassen werden. Mit der Druckluft wird aufserdem durch ein vom Führer zu bedienendes Ventil der Hauptluftbehälter aufgefüllt. Durch eine selbsttätige Regelung wird die Lieferung des Kompressors dem jeweiligen Bedarf angepafst und dafür gesorgt, dafs die zulässigen Drücke nicht überschritten werden können.

Das Getriebe ist nach Angabe der Zahnradfabrik A. G. Friedrichshafen gebaut. Die Übersetzungen und die Höchstgeschwindigkeiten der einzelnen Gänge sind:

	Übersetzung	Höchstgeschwindigkeit
1. Gang	1 : 23,5	10,5 km/Std.
2. »	1 : 12,7	19,0 »
3. »	1 : 6,2	39,5 »
4. »	1 : 4	61,0 »

Das gesamte Getriebe ist in einem Gufsgehäuse vereinigt (Abb. 3 und 4) und gut zugänglich. Vom Motor wird unter Zwischenschaltung der elastischen Kupplung (Bauart Rudge) das Wechselgetriebe (Abb. 5) angetrieben. Die Zahnräder der vier Gänge sind dauernd im Eingriff. Der Gang wird durch je eine Lamellenkupplung eingeschaltet, wobei die Kupplung durch Druckluft betätigt wird. Die Druckluft ist jedoch nur zum Umschalten erforderlich und entweicht nach

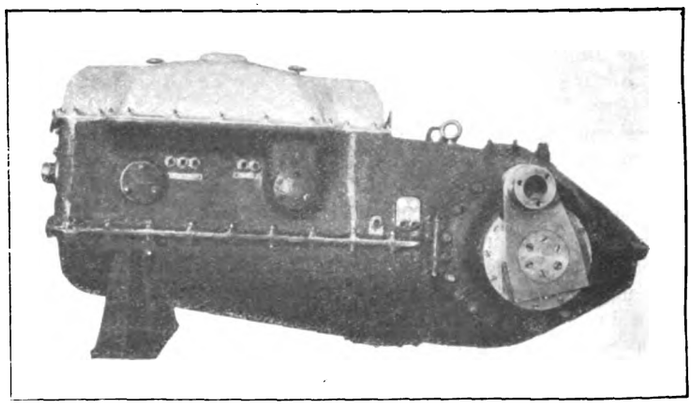


Abb. 3. Getriebe. Seitenansicht.

Loslassen des Hebels für die Gangschaltung aus dem Steuerzylinder. Auf der Welle des Wechselgetriebes sitzt das Kegelrad für das Wendegetriebe, das mit zwei Kegelrädern für die beiden Fahrtrichtungen dauernd im Eingriff ist (Abb 6). Durch eine druckluftgesteuerte Kupplung wird das eine oder andere Kegelrad mit der Blindwelle gekuppelt, wobei die Druckluft ebenfalls nur zum Umsteuern erforderlich ist. Von der Blindwelle werden durch Kuppelstangen die beiden Achsen des Maschinendrehgestelles, die einen Durchmesser von 1000 mm haben, angetrieben.

Digitized by Google

Zur Rückkühlung des Motorkühlwassers ist ein reichlich bemessener Röhrenkühler unter einer oberlichtartigen Abdeckung auf dem Wagendach verlegt. Eine Kreiselpumpe treibt das Wasser durch das Röhrensystem. Vom Führerstand aus mittels Hebel und Seilzug zu betätigende, verstellbare Blechspaltläden sind so angeordnet, dafs der Fahrwind stets kühlend über die Rohre streichen kann und dafs bei langsamster Fahrt die bei

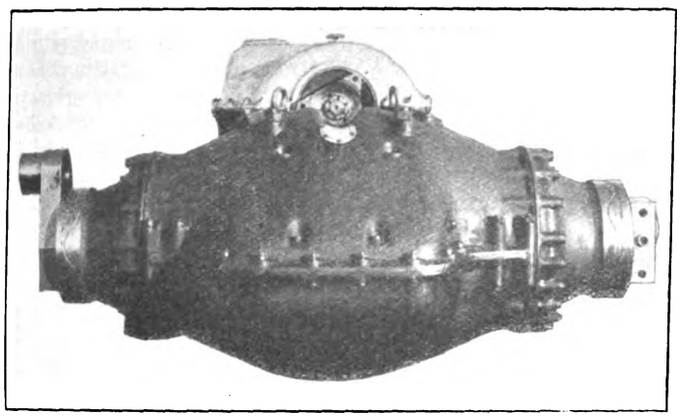


Abb. 4. Gehäuse des viergängigen Wendegetriebes mit eingebauter Blindwelle und Kegelradübersetzung. Vorderansicht.

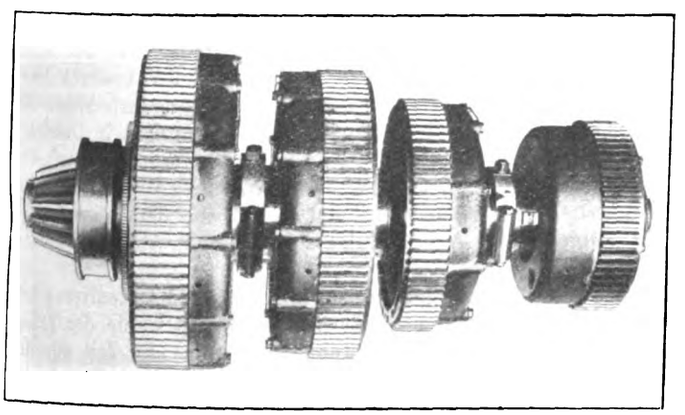


Abb. 5. Wechselgetrieberäder.

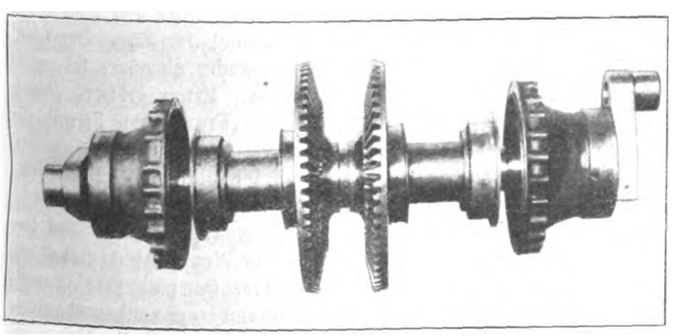


Abb. 6. Kegelräder des Wendegetriebes.

voller Motorbelastung anfallende Wärmemenge mit Sicherheit abgeführt und eine Kühlwassertemperatur von 60 bis 80 Grad gehalten wird.

Parallel zu dem Kühlwasserkreislauf ist das Heizleitungsnetz angeschlossen. Auch hier treibt die Kreiselpumpe das warme Wasser durch die Rohre, nachdem durch einfache Ventilbetätigung der Anschlufs hergestellt ist. Diese Heizungsart bietet noch die Möglichkeit, den Beiwagen mitheizen zu können.

Der Brennstoff für den Motor ist in zwei im Maschinenraum befindlichen zylindrischen Behältern untergebracht, deren Inhalt durch Schwimmer angegeben wird. Die Behälter von je 150 l Inhalt lassen sich mit einer Handpumpe füllen. Für die Anlafsluft sind drei Flaschen für einen Druck bis 100 at vorhanden, von denen eine als Reserve dient. Die Verschlüsse der Reserveflasche, die mit 100 at gefüllt war und der Betriebsflaschen haben während der Versuchsfahrten in Grunewald sehr gut dicht gehalten. Da das Anlassen mit den Betriebsflaschen stets ohne Störung erfolgte und die Reserveflasche bei den Versuchsfahrten nicht benutzt zu werden brauchte, ist eine Störung durch Mangel an Anlafsluft nicht zu erwarten.

Um während des Fahrens die Geschwindigkeiten, bei denen die einzelnen Gänge geschaltet werden müssen, einwandfrei feststellen zu können, ist das Zifferblatt des Geschwindigkeitsmessers mit einer Einteilung versehen, auf der die Geschwindigkeitsgrenzen der einzelnen Gänge durch rote Striche gezeichnet sind. Ferner lassen sich auch die Drehzahlen des Motors bei den verschiedenen Geschwindigkeiten und eingeschaltetem Gang auf dem Geschwindigkeitsmesser ablesen. Im Übrigen ist der Triebwagen mit Luftdruck- und Handbremse, ferner mit einem Sandstreuer und einer Druckluftpfeife versehen. Für die elektrische Beleuchtung dienen zwei Lichtmaschinen und zwei Speicher batterien. Zwei Manometer zeigen den Druck der Einblaseluft und Anlafsluft an.

Die beiden Drehgestelle haben einen Radstand von je 3,7 m. Der Rahmen des Maschinendrehgestelles (Taf. 2) mit seinen Übereck- und Querverbindungen ist für einen Durchflufs der Triebkräfte und für die Aufnahme der Wagenlast durchgebildet. Er besteht in der Hauptsache aus 12 mm starkem Stehblech, das durch Winkeleisen gesäumt ist.

Der Wagenkasten stützt sich mittels 4 Stück 1.7 m langen Blattfedern ab, diese sind in Wagenlängsrichtung pendelnd an dem Drehgestellrahmen aufgehängt. Der Rahmen andererseits mit der gesamten Maschinenanlage wird durch Blattfedern einfach gegen die Triebachsen abgefedert. Das Laufdrehgestell zeigt in seinem Aufbau eine dem Maschinendrehgestell ähnliche Form. Das Untergestell besteht aus zwei sich unter den Wagenwänden hinziehenden fischbauchartigen Trägern aus winkelbesäumten Stehblechen. Diese sind bei geringstem Gewicht und gröfster Widerstandsfähigkeit so ausgebildet, dafs sie allein die gesamte Wagenlast aufzunehmen vermögen. Die Langträger werden an beiden Enden mit kräftigen Kopfstücken verbunden, an denen Puffer von 450 mm Durchmesser und je eine federnde Zugvorrichtung mit normalem Zughaken und normaler Kupplung angebracht sind. Der Wagen ist fertig angekauft worden, weist daher einige Bauteile auf, die von der sonst bei der Reichsbahn üblichen Bauart abweichen.

Der Wagenkasten enthält in der Mitte den 9 m langen Fahrgastraum. (Eine Teilung des Wagens in dritte und vierte Klasse ist hier noch nicht vorgenommen.) Symmetrisch hierzu, durch je einen Einsteiggang getrennt, liegt einerseits der Maschinenraum mit Führerstand, entgegengesetzt der Gepäckraum mit Abort und dem anderen Führerstand. Vier einflügelige Drehtüren vermitteln den Einstieg in die beiden Gänge, von dort führt je eine breite Schiebetür in den Personenraum. Für den Maschinen- und Gepäckraum ist aufserdem auf jeder Seite eine doppelte Aufsentür vorgesehen, deren einer Flügel festgestellt werden kann. Die Fenster im Wagenkasten sind in ihren Abmessungen breit und hoch ausgeführt, sie sind mit Ausnahme der beiden Stirnfenster vor den Führerständen nicht herablafsbar und mit ihrem Unterteil fest in die Wand eingebaut. Das Oberteil ist als Lüftungsklappe mit besonderem Metallrahmen nach innen zu öffnen. Als Dachform wurde das leichtere Tonnendach gewählt. In der Längsachse des Wagens sind im Dachscheitel die Lampen angeordnet.

Digitized by Google

Der gesamte Fahrgastraum ist in naturlackierter Rüster ausgeführt. Die Gepäcknetze sind an den Seitenwänden oberhalb der Fenster angebracht. Der Fufsboden besteht aus einer einfachen Lage Kiefernbretter mit Triolinbelag. Bodenklappen machen die im Maschinendrehgestell und im Untergestell liegenden Maschinenteile und Ausrüstungsteile von oben her zugänglich. Zu beiden Seiten eines Mittelganges sind auf leichten naturlackierten Lattensitzen, die in Querrichtung angeordnet sind, 58 Sitzplätze vorhanden. Einschliefslich der Stehplätze können im Wagen insgesamt 90 Personen bequem Platz finden.

Die Bedienung des Wagens ist einfach und erfordert keine besondere Geschicklichkeit. Vor der Abfahrt wird das Wendegetriebe für die Fahrtrichtung eingestellt und der erste Gang bei stehendem Motor gekuppelt. Dann wird durch Niederdrücken des Fufshebels der Motor und der Wagen gleichzeitig in Bewegung gesetzt. Erreicht der Wagen die Grenzgeschwindigkeit eines Ganges, so schaltet man mit der Getriebekurbel den Gang um, wobei die Brennstoffzuführung während des Umschaltens gedrosselt wird. Der Gangschaltapparat hat eine Verriegelung, so dafs nur bei gedrosselter Brennstoffzuführung der Gang umgeschaltet werden kann. Vom Führer müssen also bedient werden:

1. Der Fufshebel zum Anlassen beim Anfahren.
2. Die Getriebekurbel beim Gangschalten.
3. Die Brennstoffkurbel zur Regelung der Motorleistung beim Anfahren und während der Fahrt.
4. Die Bremse.

Ferner müssen während der Fahrt die Anlafsluftbehälter, in welchen ein Druck bis 100 at vorhanden ist, durch ein von Hand zu betätigendes Überschleusventil aus dem Einblaseluftkreislauf nachgefüllt werden. Der Überschufs an Luft nach Auffüllen der Anlafsflasche bei niedriger Motorbelastung mufs ins Freie gelassen werden. Mit der Druckluft wird aufserdem durch ein vom Führer zu bedienendes Ventil der Hauptluftbehälter aufgefüllt. Wegen des hohen Einblasedruckes ist dieses Ventil nicht selbstwirkend ausgebildet. Da die Möglichkeit besteht, dafs der Führer das Ventil nicht rechtzeitig schliefst, und somit unzulässig hohe Drucke im Hauptluftbehälter entstehen können, ist ein Sicherheitsventil vorgesehen.

Die Versuchsfahrten, die unter Leitung des beim Versuchsamt Grunewald tätigen Reichsbahnrats Kempf ausgeführt wurden, fanden in der Zeit vom 30. Juli bis 28. August 1925 auf den Mefsstrecken Genthin—Güsen und Sandersleben—Hettstedt statt. Die Strecke Genthin—Güsen ist ungefähr wagrecht und ohne Gleisbögen, während die Strecke Sandersleben—Hettstedt eine Steigung von 1 : 100 und enge Krümmungen von 550 bis 400 m Halbmesser aufweist. Die Messungen wurden in der Ebene alle Kilometer und auf der Steigung 1 : 100 alle halben Kilometer vorgenommen. Ausgewertet wurden nur die Fahrtabschnitte, in denen sich der Triebwagen im Beharrungszustand befand. Das verwendete Treiböl hatte einen unteren Heizwert von 9800 WE und ein spezifisches Gewicht von 0,857 und 0,849. Der Widerstand des Triebwagens selbst wurde durch Auslaufversuche ermittelt, während die am Zughaken des Triebwagens ausgeübte Zugkraft mit Hilfe des Mefswagens festgestellt wurde.

Eine gröfsere Reihe von Fahrten diente der Ermittlung des Brennstoffverbrauches des Dieseltriebwagens bei verschiedenem Zuggewicht und in verschiedenen Steigungen. In Abb. 1, Taf 3 ist der Brennstoffverbrauch in g/tkm in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für die Fahrt auf grader Strecke aufgetragen. Die eingezeichneten Kurven gelten für den allein fahrenden Triebwagen, ferner für Anhängelasten von ein bis drei Beiwagen. Wie ersichtlich, nimmt in jedem Falle der Brennstoffverbrauch langsam aber stetig zu. Da diese Kurven nur für die Ebene Gültigkeit haben, ist es klar, dafs für weniger günstige Verhältnisse wie Steigungsstrecken, starken Seitenwind oder Schneewiderstand erhebliche Zuschläge erforderlich sind.

Besonders bemerkenswert sind die Kurven der Abb. 2, Taf. 3, bei denen der Brennstoffverbrauch in g/tkm in Abhängigkeit von der Zuglast einschliefslich Triebwagen aufgetragen ist. Die den verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Kurven lassen erkennen, welche Gesamtzuglast für sie die günstigste ist. Diese Punkte geringsten Brennstoffverbrauches liegen beispielsweise für 60 km Std. Geschwindigkeit bei 95 t und für 50 km Std. Geschwindigkeit bei 105 t Zuggewicht. Für geringere Geschwindigkeiten wird der Mindestwert erst bei verhältnismäfsig hohen Belastungen erreicht. Wird der Brennstoffverbrauch in g/km in Abhängigkeit von der Zuglast aufgetragen, so ergeben sich die für verschiedene Geschwindigkeiten geltenden und in Abb. 3, Taf. 3 dargestellten Kurven. Während der Verbrauch bei niedriger Geschwindigkeit mit zunehmender Belastung erst stärker, dann fast gradlinig ansteigt, wächst er bei 50 bzw. 60 km/Std. bei etwa 95 t schnell an.

In einer weiteren Abb. 4, Taf. 3 ist der Brennstoffverbrauch des Triebwagenzuges auf ebener Strecke in g/PS-Std. in Abhängigkeit von der Gesamtleistung aufgetragen, wobei die Arbeit zur Beförderung des Triebwagens eingerechnet ist. Ferner ist der Gesamtwirkungsgrad eingezeichnet, der sich aus dem Verhältnis des Wärmewertes der effektiven Gesamtarbeit (einschliefslich Triebwagen) zu der im Brennstoff zugeführten Wärme ergibt.

Die bisher gebräuchliche Berechnung des Brennstoff- und Kraftbedarfes für den Tonnenkilometer oder Platzkilometer ist irreführend, da die Raumausnutzung der Wagen durch Sitz- und Stehplätze, ferner durch Gepäckabteile usw. bei sonst gleichen Wagen sehr verschieden ist. Einen besseren vergleichenden Bezugswert für den Brennstoffverbrauch bietet die gesamte nutzbare Einheitsgrundfläche, ausgedrückt in Quadratmeter. In Abb. 5, Taf. 3 ist daher der Brennstoffverbrauch des Dieseltriebwagens in Gramm je Quadratmeter Grundfläche und gefahrenen Kilometern in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit aufgetragen. Abb. 6, Taf. 3 zeigt diesen in Abhängigkeit von der Zuglast.

Als Mittelwert einer gröfseren Anzahl von Auslaufversuchen auf der Strecke zwischen Genthin und Güsen wurde der Triebwagenwiderstand ermittelt, wobei alle 100 m die Zeit mit der Stoppuhr gemessen wurde. In Abb. 7, Taf. 3 ist dieser Widerstand in kg t in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit in km/Std. aufgetragen. Wie ersichtlich, nimmt der Fahrwiderstand bei höheren Geschwindigkeiten schnell zu und beträgt bei 60 km/Std. etwa 7 kg/t. Die gestrichelte Linie zeigt etwa den Widerstand wie er sich aus der Strahlschen Formel für Züge errechnet, die bei der Berechnung des Widerstandes einzelner fahrender Triebwagen zu günstige Werte ergibt. Etwas gröfsere, jedoch genauere Werte liefert die nach der Frankschen Formel für Lokomotiven berechnete obere Kurve.

Abb. 8, Taf. 3 zeigt die Anfahrschaubilder des Dieseltriebwagens, und zwar einmal für den alleinfahrenden Triebwagen und ferner für Triebwagen mit 50 t Mefswagen. Hier sind Beschleunigung, Geschwindigkeit und der Weg in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. Die Kurven sind insofern nicht ganz einwandfrei, als zu den Versuchen keine genügend lange vollkommen ebene Strecke zur Verfügung stand. Indessen sind die Neigungen derartig gering, dafs immerhin ein genügend genaues Bild der Anfahrverhältnisse gewonnen wird. Die zugehörigen Steigungsverhältnisse sind unter dem Anfahrschaubild eingezeichnet. Ein Anfahrversuch mit 50 t Anhängelast in einer Steigung 1 : 100 verlief ebenfalls befriedigend.

In Abb. 9, Taf. 3 sind die Zugkräfte des Triebwagens bei voller Brennstoffmenge in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit beim vierten und dritten Gang angegeben. Bei diesen Versuchen wurde zum Teil der Mefswagen gebremst, um bei voller Brennstoffmenge die Zugkraft bei einer bestimmten Geschwindigkeit

Digitized by Google

zu ermitteln. Für die Auswertung wurde wiederum nur die Teilstrecke verwandt, in der Geschwindigkeit und Zugkraft im Beharrungszustand waren.

Die Leistungstafel des E. V. A.-Maybach-Triebwagens (Zusammenstellung) ist besonders für den Betriebsleiter von Wichtigkeit, weil sie ihm einen klaren Überblick gibt, welche Anhängelast in Tonnen dem Triebwagen auf den verschiedenen Steigungen

Zusammenstellung.

Leistungstafel für den „Eva-Maybach"-Triebwagen.

Gang		3. Gang				4. Gang			
km/Std.		25	30	35	40	45	50	55	60
Steigung		Anhängelast in t							
0	1 : ∞	—	—	—	~100	76	70	61	51
1 ‰	1 : 1000	—	—	~100	92	56	51	44	36
2 ‰	1 : 500	100	96	86	72	42	39	33	26
3 ‰	1 : 333	82	78	69	57	32	29	24	19
4 ‰	1 : 250	68	64	57	46	24	22	17	13
5 ‰	1 : 200	57	54	47	38	18	16	12	—
6 ‰	1 : 166	48	45	39	31	13	11,5	—	—
7 ‰	1 : 140	41	38	32	25	9	—	—	—
8 ‰	1 : 125	34	32	27	20	—	—	—	—
10 ‰	1 : 100	25	23	18	13	—	—	—	—

Bemerkung: In je 17,5 t angegebenen Wagengewichtes können 5 t Nutzlast oder 66 Personen befördert werden.

mitgegeben werden kann. Leider konnte sie für stärkere Steigungen als 1 : 100 auf den vorliegenden Strecken nicht ermittelt werden. Zur Errechnung der Anhängelast wurde nicht der Laufwiderstand der Personenwagen nach der Strahlschen Formel, sondern der höhere Laufwiderstand, der sich aus den Zugkräften am Zughaken bei den Versuchsfahrten selbst ergab, zugrunde gelegt. Als Anhängelast sind Wagen vierter Klasse neuester Bauart mit 17,5 t Eigengewicht und Gleitlagern angenommen worden. Da der Betrieb bei Zusammenstellung eines Personenzuges gewohnt ist, die Besetzung als Last nicht mitzurechnen, ist auch die vorliegende Leistungstafel dieser Gepflogenheit entsprechend aufgestellt worden. Wenn man also dem Triebwagen eine aus der Tabelle zu entnehmende Last angehängt hat, so befördert er ohne weiteres auch die in dem so entstehenden Zuge unterzubringenden Personen mit. Dabei ist auf je 17,5 t Zuglast eine Personenlast von 5 t in Rechnung gestellt.

Die Versuchsfahrten mit den folgenden Verbrennungstriebwagen werden auf denselben Strecken und unter ähnlichen Gesichtspunkten vorgenommen. Vergleichende Gegenüberstellung dieser Ergebnisse mit denen späterer Versuche dürfte deshalb von besonderem Interesse sein.

Für eine zusammenfassende Beurteilung der Triebwagen ist neben den Brennstoffkosten die Betriebssicherheit von gröfster Wichtigkeit. Während der Versuchsfahrten, bei welchen etwa 2000 km zurückgelegt wurden, traten zwei Störungen auf, die nicht als grundsätzliche Fehler dieser Triebwagenbauart betrachtet werden können. Der Motor arbeitete stets einwandfrei und lief beim Anlassen stets gleich an. Die Kühlung reichte aus. Ebenso haben sich am Getriebe und den Kupplungen aufser einem abgerissenen Kupferrohr für die Umsteuerung des Wendegetriebes und einer geringfügigen Beschädigung der elastischen Kupplung zwischen Motor und Getriebe keine Störungen gezeigt. Der Brennstoffverbrauch für die PS Stunde mufs als günstig bezeichnet werden; das Geräusch des Motors und Getriebes macht sich im Wagen wenig bemerkbar. Da die Bedienung des Triebwagens einfach ist, dürften auch Störungen durch falsches Schalten nicht eintreten. Wie grofs die Betriebssicherheit ist und wie grofs die entstehenden Ausbesserungskosten werden, mufs eine längere Betriebszeit ergeben.

(Fortsetzung folgt).

Schienenautobus.

Von Ing. **Alexander Pogány**, Kgl. ung. Oberregierungsrat, Maschinendirektor der Donau-Save-Adria Eisenbahn (vormals Südbahn-Gesellschaft) in Budapest.

Im Auslande, namentlich in Frankreich und England sind Fahrzeuge, zwei- bis dreiachsige Autoomnibusse, mit 30 bis 50 Sitzplätzen in Verwendung, die auf den Landstrafsen längs der Eisenbahnstrecken mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 70 km/Std. in der Regel mit Benzinmotorantrieb verkehren und die Fahrgäste von Stationen sammeln, wo die Schnellzüge nicht anhalten, oder sie von den Schnellzug-Haltestationen auf die kleineren Stationen verteilen. Sie werden in Frankreich »char à banc« benannt. Die Landstrafsen längs des Balantonsees in Ungarn sind für ähnlichen Autobusverkehr ungeeignet, weshalb der Generaldirektor der D.-S.-A.-Bahn Ing. Robert Gordon auf Grund des eben erwähnten Leitgedankens Einführung eines Schienenautobusverkehrs beschlossen hat, um das häufige Anhalten der Schnellzüge zu vermeiden und den Zwischenverkehr nahe an einander liegender Stationen (Badeorte) am Balatonsee zu erleichtern.

Der aufsergewöhnliche Zweck und die besondere Aufgabe erheischte eine eigenartige Lösung.

Der Schienenautobus anstelle des auf der Landstrafse verkehrenden Autobusses konnte streng genommen nicht vollkommen als Eisenbahnfahrzeug betrachtet und als solches ausgebildet werden; aus diesem Grunde wurde es mit Zug- und Stofsvorrichtung nicht ausgerüstet, kann daher mit anderen Fahrzeugen nicht gekuppelt und mit Beiwagen nicht benützt werden, sonst aber mufste es allen an das Eisenbahnfahrzeug zu stellenden Anforderungen voll und zuverlässig entsprechen.

Dieses Fahrzeug darf insbesondere nicht mit dem in Deutschland einer hohen Entwicklung entgegengehenden Triebwagen verglichen werden, da diese die Trennung des Personenverkehrs vom Güterverkehr bezwecken um die Fahrgäste von den durch das Verschieben bei den gemischten Zügen entstehenden zeitraubenden Aufenthalten zu befreien und mit ihrer Stundengeschwindigkeit von 40 bis 50 km die Reisegeschwindigkeit von 15 km/Std. der gemischten Züge zu übertreffen; ein Vorteil, der bei Neben und Kleinbahnen zur Besserung der Fahrordnung gewifs wesentlich beiträgt.

In Fachschriften*) finden wir zwar in den letzten Jahren Beschreibungen von Schienenautobussen mit Angaben über Bauart und Abmessungen, doch weichen diese von den in Anbetracht der ganz besonderen Verkehrsverhältnisse am Balatonsee gestellten Bedingungen derart ab, dafs hier eine technische Neuerung notwendig war, die in verhältnismäfsig kurzer Zeit gemeinsam mit der Waggonfabrik Ganz u. Comp - Danubius in Budapest der Lösung zugeführt wurde.

Nach unserem Entwurf war ein zweiachsiger Wagen (Vereinslenkachsen) von 6 m Achsstand mit Benzinmotor-Antrieb wie bei einem Autoomnibus für drei Geschwindigkeitsstufen zu bauen, der in der Ebene mit einer Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. in der Steigung von 7 ‰ mit einer Geschwindigkeit von 60 km/Std. fahren soll, und dessen Gesamtgewicht mit Ausrüstung bei voller Besetzung der 30 Sitzplätze 9,0 t betragen darf.

*) Engineering Jahrgang 1922 Seite 308,
„ „ 1925 „ 524,
„ „ 1925 „ 494,
Automotive Industries Jahrgang 1921.

Digitized by Google

Die Breite des Wagens haben wir mit 2480 mm, die innere Kastenhöhe mit 1850 mm angegeben, so dafs die gesamte Winddruckfläche in Anbetracht der verhältnismäfsig hohen Fahrgeschwindigkeit nur 5,6 qm beträgt. An Gewicht zu sparen war eine Aufgabe von gröfster Tragweite; durch den eigenartigen Betrieb unerläfslich bedingt, mufste jeder Einzelteil der Ausführung von diesem Gesichtspunkte ganz besonders überlegt werden, um so mehr, da die Herabsetzung der Gewichte fünffache Vorteile bietet, namentlich: 1. Verminderung der Beschaffungskosten, 2. Vereinfachung der Erzeugung, 3. wirtschaftlichen Betrieb, 4. richtige Lösung der Fahrtechnik, 5. gefällige Formgebung.

In zweiter Reihe waren unsere Überlegungen hauptsächlich dahin gerichtet die Schienenautobusfahrten in unseren bestehenden Fahrplan geschickt einzufügen. Die Schienenautobusse fahren mit einer Geschwindigkeit von 65 km/Std. unmittelbar vor beziehungsweise nach den mit 80 km/Std. verkehrenden Schnellzügen und halten dabei in jeder Haltestelle, weshalb die genaue Feststellung der zur Beschleunigung nötigen Zeit unumgänglich notwendig war. Als Beispiel führen wir in Abb. 1 die Anfahrkurven von ein und derselben Stelle eines Schnellzuges und des Schienenautobusses an, wobei die

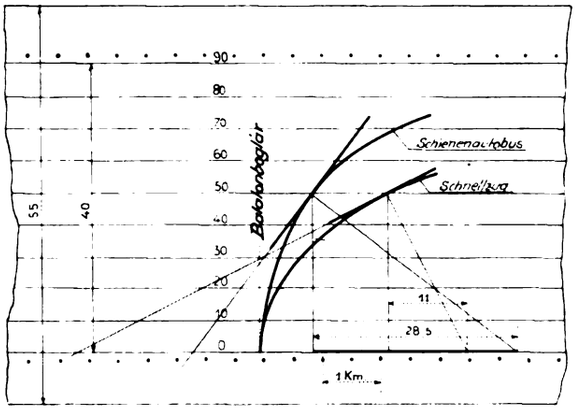


Abb. 1. Anfahrkurven.

Beschleunigung aus der später zu erörternden Formel $p = \frac{rn^2 l}{12060}$ bei 50 km/Std. Geschwindigkeit für den Schnellzug 0,033 m/sec², für den Schienenautobus 0,0855 km/Std. ergiebt, demnach die Beschleunigung des Schienenautobusses im Verhältnis zu der des Schnellzuges so grofs ist, dafs die Reisegeschwindigkeit des letzteren auch mit der geringeren tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit fast eingehalten werden kann, was auch aus den in Abb. 2 veranschaulichten Fahrplanlinien ersichtlich ist.

Abb. 3 zeigt das Gesamtbild des Fahrzeugs; das Verhältnis der Abmessungen, die Stromlinienführung nebst einer zweckentsprechenden, schnittigen Form erwecken einen günstigen Eindruck.

Das Untergestell ist aus gewalzten Trägern hergestellt, die Versteifungen sind genietet, die Achsen sind in Rollenlagern der Ausführung S. K. F.-Norm gelagert, die Räder, Bauart Schaffer mit einem Durchmesser von 750 mm, sind aus Manganstahlgufs.

Die Abmessungen des Wagens gibt Abb. 4 wieder.

Der auf U-Trägern ruhende Wagenkasten ist aus Eschenholz aufgebaut, das Gewicht, die Elastizität und die Festigkeit gewährleisten eine nicht allzu grofse Inanspruchnahme dieses Baustoffes, auch den Witterungseinflüssen gegenüber ist er entsprechend widerstandsfähig. Die reichlich grofsen Fenster bieten nach allen Seiten weitgehende Aussicht über das Gelände. Im Wageninnern sind die Doppelsitzplätze durch einen Mittelgang auf zwei Seiten verteilt; im Bedarfsfall können noch fünf Stühle eingesetzt werden. Im vorderen Abteil befindet sich der Sitz des Wagenführers und des Schaffners und für einen gelegentlich mitfahrenden Aufsichtsbeamten.

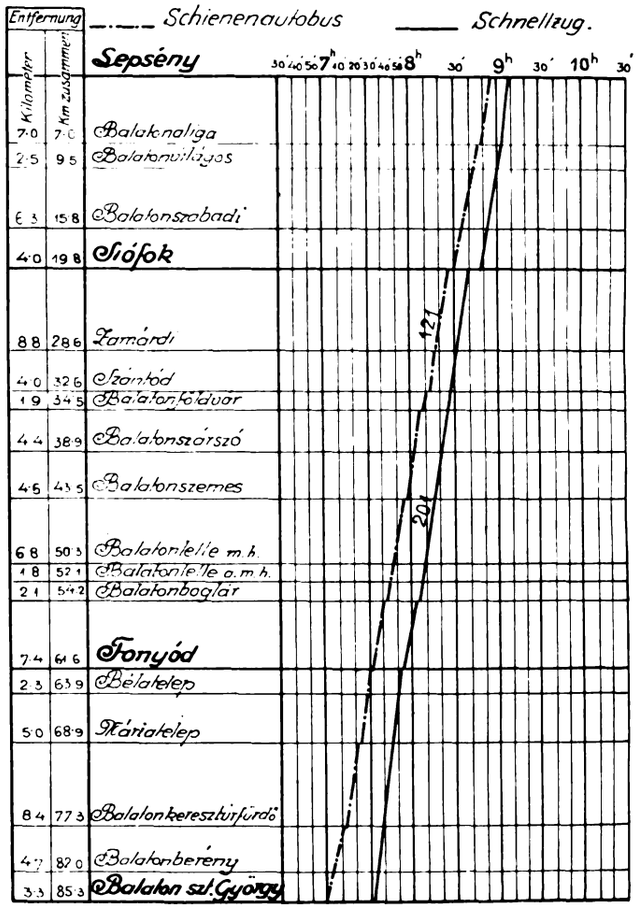


Abb. 2. Fahrordnung für Schienenautobus und Schnellzug.

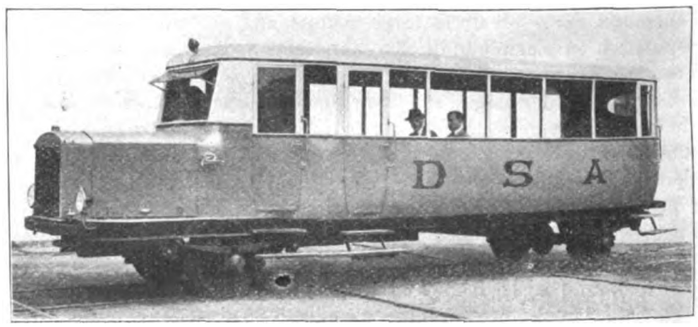


Abb. 3. Schienenautobus.

Links vom Wagenführer sind zwei Hebel angebracht für die Schaltung der verschiedenen Geschwindigkeiten und der Rückwärtsfahrt, ferner ein Handrad zur Betätigung der auf die rückwärtigen Räder wirkenden Bremstrommel mit Bremsbacken, unmittelbar vor dem Wagenführer ist das Handrad der achtklötzigen Ausgleichbremse angebracht, ferner die Armaturtafel auf der die Reglerhebel für Gas und Zündung, der Anfahrtaster, der elektrische Schaltkasten, Geschwindigkeitsmesser, Benzinanzeiger, Oleometer angeordnet sind; unten sind die Hebel für den Sandstreuer, zur Kupplung der Gaseinströmung (Accelerator) und eine Zugstange für die Betätigung der Auspuffventile.

Der Wagen wird durch einen vierzylindrigen am vorderen Teil des Untergestelles eingebauten Viertakt-Benzinmotor Bauart

Digitized by Google

Ganz angetrieben, Zylinderbohrung 130 mm, Hub 160 mm, mit 1100 Umdrehungen in der Minute, mit Boschzündung, Pallas-Vergaser und elektrischer Anlafs- und Beleuchtungseinrichtung System Bosch und den sonst noch üblichen bekannten Ausrüstungen. Durch Öffnen der Motor-Haube sind eingehalten werden, anderseits liefert das Schaubild den Beweis, dafs die Anwendung der fünf Geschwindigkeitsstufen seitens der Fabrik als übertriebene Vorsicht erscheint, da auf Grund unserer Versuche einwandfrei ein tadelloses, glattes Anfahren mit der dritten Geschwindigkeit festgestellt werden konnte.

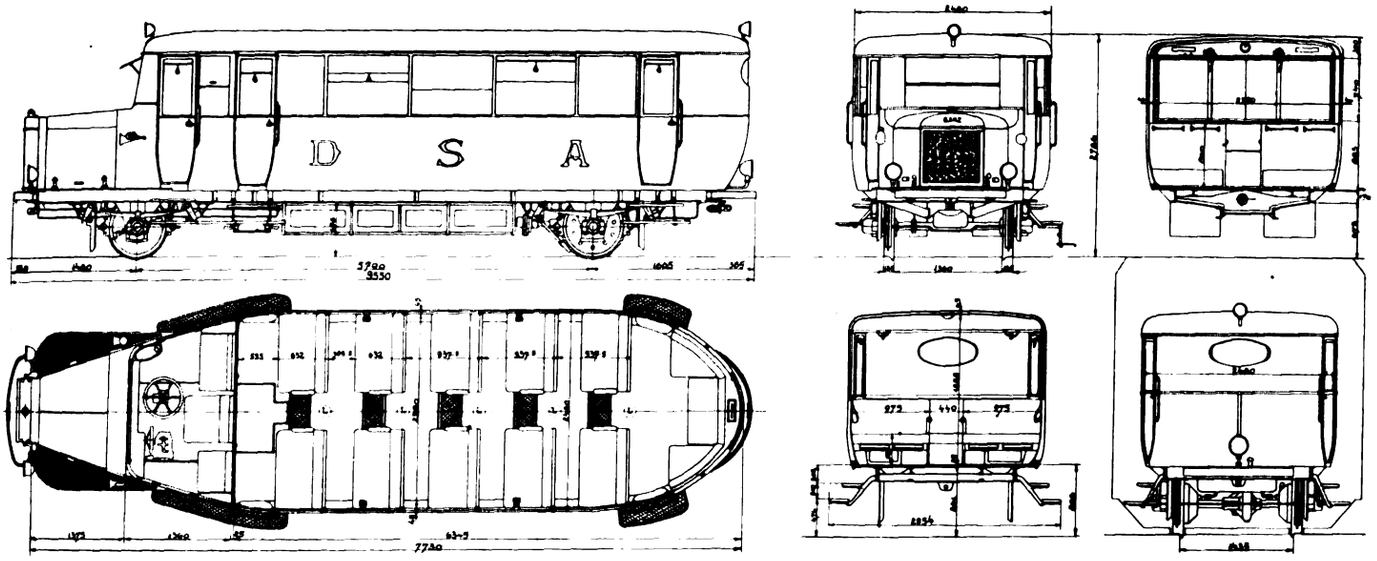


Abb. 4. Gesamtansicht des Schienenautobus.

sämtliche Bestandteile des Motors und des Kühlers leicht übersehbar und zugänglich. In der Regel wird der Motor mittels elektrischen Strom angeworfen, doch ist auch eine Andrehkurbel vorhanden. Die Kühlung erfolgt in einem vor dem Motor befindlichen Wabenkühler, wobei die Kühlwirkung durch einen mittels Riemen angetriebenen Ventilator erhöht wird.

Die Innenausstattung des Fahrzeuges ist elegant und gefällig.

Die Leistung, Umdrehungszahl und die allgemeine Charakteristik des Motors sind in Abb. 5 veranschaulicht; bei ganz geöffnetem Drosselventil und 1000 Umdrehungen wurde eine Leistung von 56 PS erreicht; die Leistung sinkt bei einer Umdrehungszahl von 350 auf 19,5 PS; der Leistungsabfall ist daher mit der Umdrehungszahl nahezu verhältnisgleich.

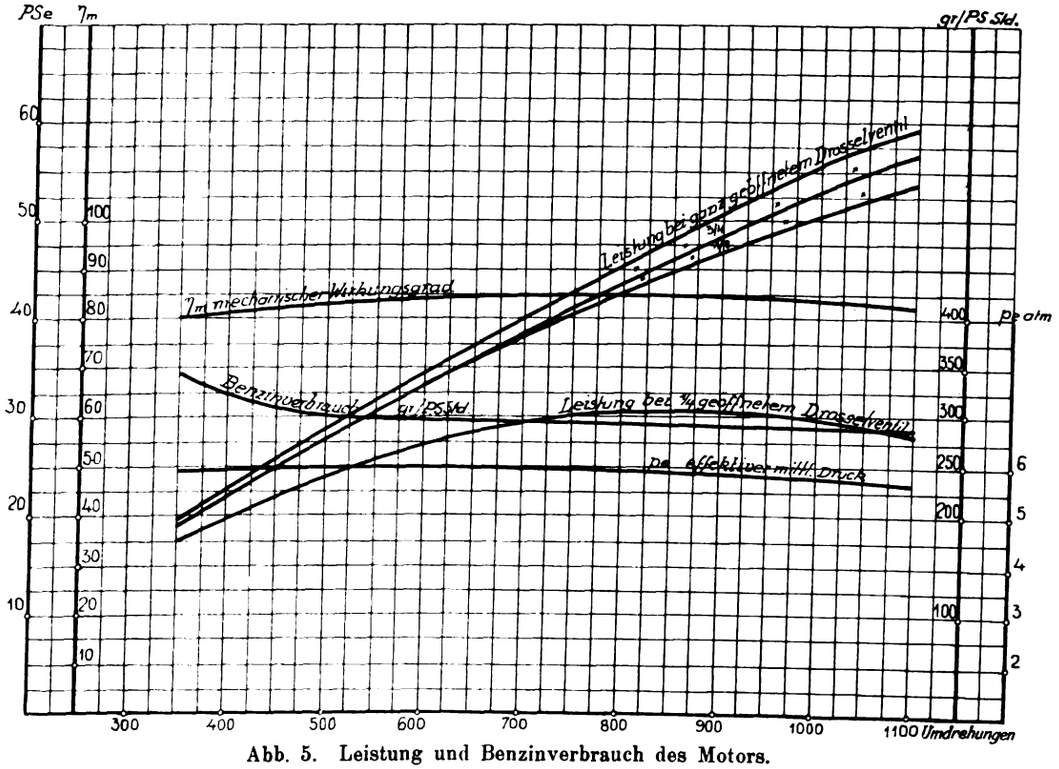


Abb. 5. Leistung und Benzinverbrauch des Motors.

Bei Erhöhung der Umdrehungszahl auf 1100 wurden 59,5 PS abgebremst. Der Benzinverbrauch betrug für die PS/Std. 285 bis 300 g.

Das Fahrzeug hat auf der Strecke Siófok—Balatonaliga die Steigung $7^0/_{00}$ und den Krümmungswiderstand entsprechend R = 300 m zu bewältigen, der Widerstand ist in Abb. 6 unter W_2 eingetragen. Die Zugkraft ist beträchtlich höher, so dafs bei ungünstigen Verhältnissen (Gegenwind, nasse Schienen und dergl.) dieser Überschufs ausgenützt werden kann; die Fahrzeiten können daher einerseits auch in solchen Fällen sicher

Bei neuzeitlich gebauten Motoren tritt die Bestrebung in den Vordergrund, bei gegebenen Abmessungen des Motors das Drehmoment zu steigern, sei es um eine gröfsere Geschwindigkeit zu erreichen, oder in Steigungen die Änderungen der Geschwindigkeitsübersetzung zu vermeiden, was naturgemäfs eine wesentliche Vereinfachung der Ausführungsform zur Folge hat. Aus diesem Grunde war die Wahl eines gröfseren Zylinders gerechtfertigt, da die gröfsere Leistung das Drosselventil vermindert und im Falle eines gröfseren Widerstandes eine gröfsere Zylinderfüllung angewandt werden kann.

Digitized by Google

Aus Abb. 7 ist der maschinelle Aufbau zu ersehen. Das Einschalten der hinter dem Motor in das Schwungrad eingebauten Lamellen-Kupplung erfolgt durch eine am Wellenkopf angebrachte Feder, das Ausschalten durch die übliche Fufstritt-Einrichtung. Die weitere Übertragung der Motorkraft

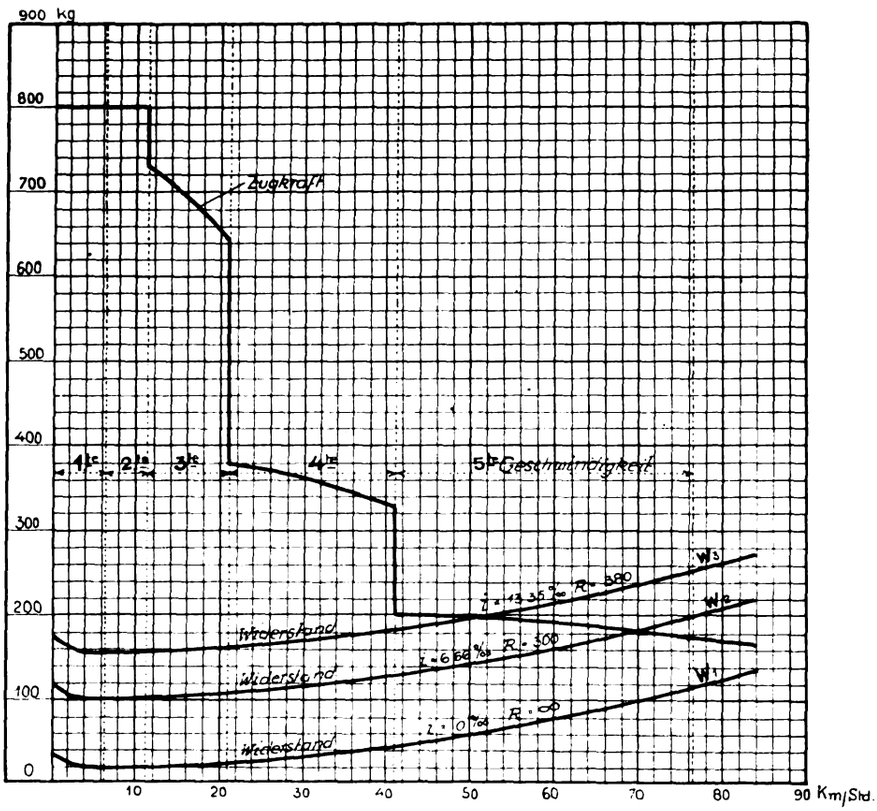


Abb. 6. Zugkraft und Widerstand.

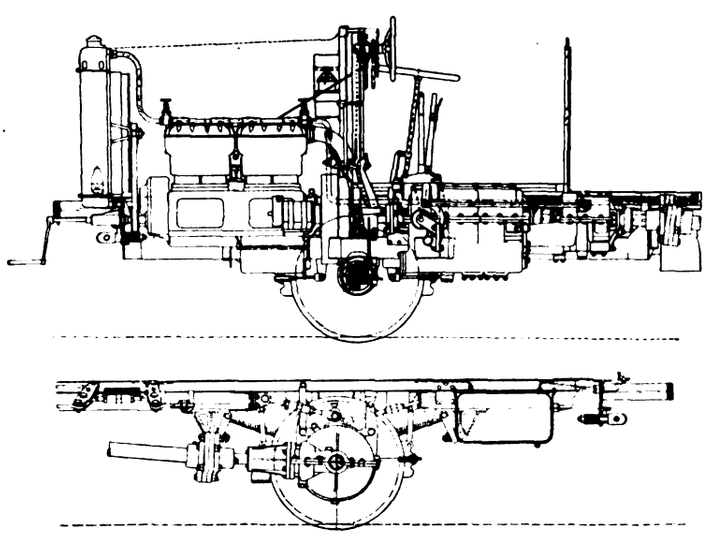


Abb. 7. Maschinenanlage.

geschieht durch das Geschwindigkeits-Wechselgetriebe, dessen Zahnräder aus hochwertigem Chromnickelstahl hergestellt sind. Das Geschwindigkeits- und Wendegetriebe ist durch Bodenklappen von oben zugänglich.

In fünf Übersetzungsstufen können für die Vorwärtsfahrt 6,2, 11,3, 21,0, 41,1 und 76,3 km/Std. und für die Rückwärtsfahrt 11,5 und 21,0 km/Std. Geschwindigkeit erreicht werden. Das Drehmoment der aus dem Wechselgetriebe herausragenden Welle, wird durch eine scheiben-artige Cardankupplung Bauart Rudge-Hardy den auf der zweiten Wagenachse sitzenden Kegelrädern (mit der Übersetzung von 27 : 50) übertragen, deren Gehäuse wagrecht geteilt ist und beiderseitig mittels Bronzlagern auf der Wagenachse aufliegt.

Auf der inneren Seite der beiden rückwärtigen Räder ist je eine Bremstrommel mit Bremsbacken, die mit Ferrodo-Asbest belegt sind, angebracht als Reserve für den Fall des Versagens der Klotzbremse.

Am rückwärtigen Teil des Wagens befindet sich ein Benzinbehälter mit beiläufig 200 l Inhalt, diese Menge reicht für die Fahrt von nahezu 800 km aus. Das Benzin wird durch den Motor in den Benzinzeiger und von diesem in den Vergaser gesaugt.

Den zur Beleuchtung der inneren, der Signal- und der Handlampen nötigen elektrischen Strom liefert eine vom Motor angetriebene Bosch-Dynamomaschine, mit einer Akkumulatoren-Batterie parallel geschaltet; letztere versieht den Anlafsmotor mit elektrischem Strom von 12 Volt Spannung.

Geheizt wird der Wagen durch das 60 bis 70° C Kühlwasser, das in die unterhalb der Sitzplätze angeordneten Heizkörper geleitet wird. Durch den beim Motor angebrachten Heizhahn wird die Heizung geregelt.

Am vorderen Teil des Wagens ist ein Signalhorn angebracht, ebenfalls System Bosch, als Reserve hierfür dient ein gewöhnliches Autohorn mit Gummiballen. Vom Sandstreuer, der vom Führersitz aus betätigt werden kann, gelangt der Sand unter die Treibräder.

An der vorderen und rückwärtigen Brust des Wagens sitzt je eine auf die Kante gestellte Blattfeder in der ganzen Breite des Wagens, um ihn beim Einfahren in den Schuppen gegen Stöfse zu schützen.

Auf jeder Seite des Wagens ist eine Tür für das Dienstpersonal und zwei Türen zum Ein- und Aussteigen der Fahrgäste. Durch zwei herablafsbare Fenster auf jeder Seite ist für die Lüftung hinlänglich gesorgt. Zur Aufbewahrung des Handgepäcks dienen die unter den Langträgern angebrachten Kästen. Die fünf Stück elektrischen Lampen für die Innenbeleuchtung sind an der Wagendecke befestigt.

Die wichtigsten Ausführungsdaten sind in folgender Zusammenstellung enthalten:

Ganze Länge	9500	mm
Ganze Höhe von Schienenoberkante	2796	»
Achsstand	5700	»
Raddruckmesser im Laufkreis	750	»
Eigengewicht	6600	kg
Achsdruck (bei voller Belastung) vorn	4400	»
hinten	4500	»
Leistungsfähigkeit des vierzylindrigen Motors etwa	50	PS
Durchschnittliche Geschwindigkeit in der Ebene	75	km/Std.
Brennstoffverbrauch	25,0	l/100 km
Rauminhalt des Benzinbehälters	200	l
Anzahl der Sitzplätze	29	
Eigengewicht auf ein Sitzplatz	227	kg.

Vergleicht man die Daten dieser Zusammenstellung mit unserem ursprünglichen Entwurf, so ist ein wesentlicher Unterschied kaum zu verzeichnen; ein Zeichen für die Richtigkeit der grundlegenden theoretischen Berechnungen. Nur den Achs-

Digitized by Google

stand haben wir von den geplanten 6 m auf 5,7 m herabgesetzt, weil auf den 12 m langen Schienen bei einem Achsstand von 6 m unangenehme Schwingungen zu befürchten waren; aufserdem mufsten auch die längs unserer Balatonseestrecke auf rund 20 bis 30 km Entfernung vorhandenen Wagendrehscheiben von 6,8 m Durchmesser berücksichtigt werden. Die geplante Anzahl der Geschwindigkeitsstufen wurde von drei auf fünf erhöht, die Versuchsfahrten haben aber, wie bereits erwähnt, schon den Beweis geliefert, dafs für den Eisenbahnbetrieb drei Geschwindigkeiten vollkommen ausreichen, so dafs hierdurch nahezu 100 kg an Gewicht hätten erspart und auch einfachere Ausführungsformen erreicht werden können. Die Anzahl der Sitzplätze hat sich um einen vermindert.

Vor Inbetriebnahme haben wir mit dem Wagen zahlreiche Versuchsfahrten vorgenommen, um den Bremsweg, die zur Beschleunigung nötigen Zeiten und Wege und die Widerstände festzustellen.

Die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug 58 km/Std.

Bei den theoretischen Berechnungen wurde als Ausgangspunkt die Widerstandsformel für Triebwagen der »Schnellbahn-Studiengesellschaft« gewählt, laut welcher

$$w = 0{,}8 + 0{,}0067\ V + \frac{0{,}0052\ V^2 F}{G} \text{ ist}$$

w = Widerstand in kg/t,
V = Geschwindigkeit km/Std.,
F = Stirnfläche des Wagens qm,
G = Gewicht des Wagens in t.

Es ist zu bemerken, dafs auf Grund der schwedischen Rollenlager-Versuche das Ergebnis um 1 kg/t herabgesetzt wurde.

Die Formel bezieht sich auf die durch die Studiengesellschaft erprobten Triebwagen mit 7,5 qm Stirnfläche und Rädern von 1 m Durchmesser. Die Form des Schienenautobusses, der kleinere Durchmesser der Räder, die geringere Luftwiderstandsfläche beeinflussen unbedingt den Wert des Gesamtwiderstandes, so dafs die angeführte Formel für dieses Fahrbetriebsmittel eigens angepafst werden mufs.

Wir waren dessen bewufst, dafs mit dieser Formel höhere Werte gewonnen werden, als für den Schienenautobus notwendig, doch wurde diese absichtlich deshalb angewendet, um über eine Reserve zur Erhöhung der Geschwindigkeiten zu verfügen. Diese Absicht hatte auch ihren praktischen Erfolg, indem eine Verbesserung des Fahrplans ermöglicht wurde. Auch sind wir durch den stärkeren Motor in der Lage, den Schienenautobus auch auf unserer schwierigsten Strecke, auf 15 % Steigung mit 50 km/Std. Geschwindigkeit nötigenfalls in Betrieb zu stellen.

Zur einwandfreien Feststellung der Widerstände haben wir Auslaufversuche vorgenommen, deren Ergebnis kurz zusammengefafst im folgenden mitgeteilt wird.

Auf Grund der sorgfältig veranstalteten Auslaufversuche mit leerem und beladenem Wagen (Gesamtgewicht 7390 und 9000 kg) wurde als Mittelwert die in Abb. 6 eingezeichnete Widerstandskurve gefunden, welche der Formel

$$w_{kg/t} = 1{,}78 + 0{,}0029\ V\left(1 + \frac{F}{G}V\right) \text{ entspricht.}$$

Diese Formel hat natürlich nur für ein Fahrzeug ähnlicher Bauart und Gröfse Gültigkeit, wobei zu bemerken ist, dafs die aus der Kupplung und Geschwindigkeitsübersetzung hervorgehenden Widerstände, ebenso wie der Einflufs der Lufttemperatur aufser Acht gelassen wurden. Zum Ausgleich wie auch mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad des Motors wurde dessen Leistung statt mit 56 nur mit 50 PS in Rechnung gezogen und somit die am Radumfang zur Verfügung stehende Zugkraft um beiläufig 10 % herabgesetzt. Für die Geschwindigkeitsstufen I und II kommt die aus der Reibung hervorgehende Zugkraft in Betracht mit einem Reibungswert von $^1/_6$.

Die für die ebene gerade, dann für die am Balaton vorkommende ungünstigste Strecke (7 % Steigung, 300 m Bogen) sowie die gröfste Steigung unserer Linien geltenden Widerstandskurven sind in Abb. 6 mit w_1, w_2 und w_3 bezeichnet.

Die auf den Radumfang aus der Motorleistung berechneten Zugkräfte betragen

bei der	I.	Geschwindigkeitsstufe	2180 kg
» »	II.	»	1195 »
» »	III.	»	643 »
» »	IV.	»	329 »
» »	V.	»	177 »

Die Reibung ergibt eine gröfste Zugkraft von annähernd 800 kg bei einem Reibungswert von $^1/_6$, weshalb die aus der Motorleistung berechneten höheren Werte aufser Acht gelassen wurden.

Die die Beschleunigung betreffenden Messungen sind mit dem Geschwindigkeitsmesser Bauart Rezsny leicht durchzuführen. Dieser hat dem allgemein bekannten Haufshälterschen Geschwindigkeitsmesser gegenüber den Vorteil, dafs er die Fahrgeschwindigkeit in einem ununterbrochenen Linienzug über den Weg aufzeichnet. Der Weg kann also unmittelbar abgemessen und zahlreiche Betriebsvorgänge aus dem Streifen rasch und sicher abgelesen werden, schliefslich beträgt die Mefszeit bei diesem Apparat 2 Sek., gegen 6 Sek., des Haufshälter-Apparates.

Feststellung der Beschleunigung (siehe Abb. 8).

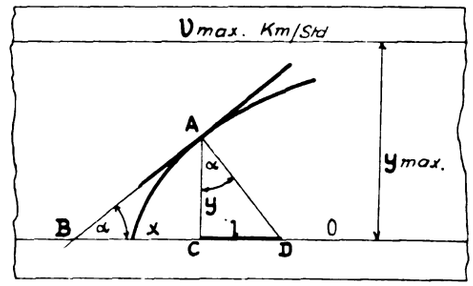


Abb. 8. Beschleunigungskurve.

Es sei:

V_{max} = die gröfste aus den Streifen entnommene Geschwindigkeit km/Std.
y_{max} = die Höhe zwischen der Linie O und V_{max} in mm
V = die Fahrtgeschwindigkeit in einem beliebigen Punkt der Strecke km/Std.
y = die zu V gehörende Ordinate mm
r = Vorschub des Papierstreifens während des Fahrens mm/km Weg
v = Fahrtgeschwindigkeit m/sec.

$$n = \frac{V_{max}}{y_{max}} = \frac{V}{y}$$

$$v = \frac{1000\ V}{3600}\ ;\ V = 3{,}6\ v$$

$$y \,.\, n = V;\ dv = \frac{n}{3{,}6}\ dy.$$

Beträgt der Streifenablauf anf s Meter Weg x mm, so ist $s = \frac{1000}{r}x$, $ds = \frac{1000}{r}dx$, $v = \frac{ds}{dt}$. $dt = \frac{3600\ dx}{r\,n\,y}$

die Beschleunigung $p = \frac{dv}{dt}$, $tg\,\alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{y}$, $p = \frac{r\,n^2\,l}{12960}$ m/sec²,

oder $= \frac{r\,n^2\,l}{60}$ km/Std./Min., l ist die Subnormale zum Punkte A.

In unserem Falle beträgt der Streifenvorschub 8 mm/km, V_{max} = 90 km/Std., y_{max} = 40 mm, daher m = 2,25, r = 8, folglich p = 0,675 l km/Std./Min. = 0,01125 l km/Std./Sek. = 0,00313 l m/sec², z. B. bei 50 km/Std. Geschwindigkeit laut Abb. 9, p = 29,025 km/Std./Min = 0,484 km/Std./Sek. = 0,135 m/sec².

Digitized by Google

Greift man auf die ersten theoretischen Berechnungen zurück, so wäre die Beschleunigung bei 50 km/Std. Geschwindigkeit 0,370 km/Std./Min. laut Streifen hingegen 0,484; der Unterschied ist einerseits auf die gröfsere Leistung des Motors andererseits auf die um 50% geringere Belastung des Wagens zurückzuführen. Aus dem Streifen läfst sich aufserdem noch feststellen, dafs die Geschwindigkeit von 50 km/Std. auf einer Weglänge von 562 m erreicht wurde obwohl laut Berechnung hierzu nur 470 m nötig gewesen wären; dieser Umstand ist durch die Ungeübtheit des Führers im Umschalten der Geschwindigkeiten erklärlich.

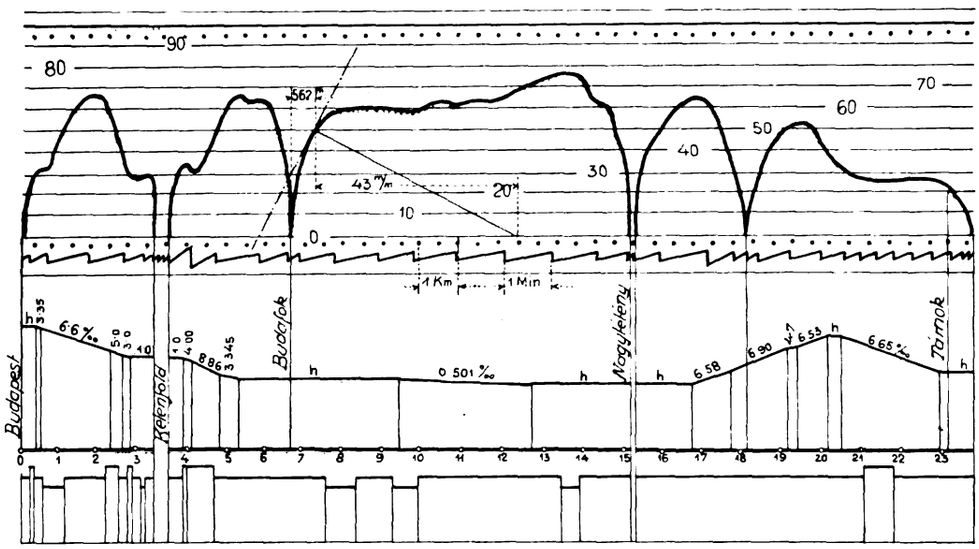


Abb. 9. Geschwindigkeitskurve.

An Stelle von Gleitlagern haben wir Rollenlager (System SKF) gewählt auf Grund der Versuchsergebnisse der Deutschen Bahnen, laut welchen bei Geschwindigkeiten von 10, 30 und 50 km/Std. den gewöhnlichen Achslagern gegenüber eine Verminderung der Lagerreibung beobachtet wurde. Es steht aufser Zweifel, dafs der Widerstand der Lagerreibung diese Verminderung aufweist, doch darf nicht vergessen werden, dafs sich die Verhältniszahlen nicht auf den Gesamtwiderstand des Fahrzeugs beziehen können, da die übrigen Widerstände, die durch Gleisbögen, die Tragfederaufhängung, Lagerführungen, Luftströmungen, Unebenheit im Gleis usw. entstehen, durch Anwendung von Rollenlagern keine Änderung erfahren.

In der allgemeinen Formel der Widerstände $w = a + f(v)$ ändert sich nämlich nur die Konstante a, wenn die Achslagerausführung abgeändert wird und es ist daher nur dann ein Vorteil zu erwarten, wenn der zweite Teil f(v) klein ist; mit anderen Worten die Vorteile der Rollenlager können lediglich bei kleinen Geschwindigkeiten, beziehungsweise nur bei Zügen, deren Fahrordnung ein häufiges Anfahren bedingt, tatsächlich günstig ausgenützt werden.

Eine weitere Neuerung hat bei diesem Fahrzeug zu der Verminderung der ungefederten Massen versuchsweise Anwendung gefunden, nämlich die bereits erwähnten Manganstahlräder System Schaffer. Dieses Material das gegen Abnützung sehr widerstandsfähig ist, weist eine Festigkeit von 80 km/qmm und eine Dehnung von 30% auf und hat die Eigenschaft bei Blauwärme (beim Bremsen) nicht spröde zu werden. Der Verschleifswiderstand ist fünfmal so hoch, als der der allgemein benützten gewalzten Radreifen. Bei der Schlagprobe haben die Schafferschen Räder ein fünfzehnfaches Schlagmoment gegenüber den gewöhnlichen Scheibenrädern aufgewiesen. Unser Autobus ist das erste Fahrzeug, bei welchem Schaffersche Räder bei einer Stundengeschwindigkeit von 75 km zur Anwendung gelangen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dafs für die Schienenautobusse ein besonderer Schuppen und zur Benzinfassung feuersichere Benzinbrunnen errichtet wurden.

Die Wagen wurden anfangs des Sommers in Betrieb genommen und haben in der Zeit vom 10. Juni bis Ende November einzeln rund 15000 km geleistet ohne nennenswerte Fehler oder Störungen. Der Übergang in die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen ist bei einem geübten Führer vollkommen stofsfrei, die Einzelteile der Ausführung sind einfach und verläfslich. Der Lauf der Wagen ist ruhig, wozu der niedrige Rahmen, der grofse Achsstand und die weiche Abfederung jedenfalls günstig beitragen. Die Höchstgeschwindigkeit wird rasch erreicht, das Einstellen in den Gleisbogen geschieht glatt, die verhältnismäfsig leichten ungefederten Massen verursachen auch auf unebenen Bahnstrecken keine Erschütterungen. Der Motor arbeitet wirtschaftlich und pafst sich den schwankenden Zugkräften leicht an.

Die zwischen der Bestellung und Lieferung verstrichene verhältnismäfsig kurze Spanne Zeit von kaum fünf Monaten liefert den Beweis für die hohe Entwicklungsstufe der ungarischen Industrie und besonders für die Leistungsfähigkeit der Ganzschen Waggonfabrik.

Wir glauben durch diese Neuerung mit ihren technischen und betrieblichen Vorzügen ein nicht nur den Forderungen des Balatonsee-Verkehrs angepafstes Fahrzeug geschaffen und Lücken im Fahrplan ausgefüllt zu haben, worauf die erfolgreichen Betriebsergebnisse der ersten Monate schliefsen lassen, sondern auch bewiesen zu haben, dafs die Donau-Save-Adria Bahn für den Aufschwung der Badeorte am Balatonsee klare Erkenntnis und richtiges Verständnis besitzt.

Wirtschaftlichkeit bei der Berichtigung der Höhen- und Richtungsverhältnisse der Eisenbahngleise.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

Bei Besprechung der Veröffentlichung des R. O. R. Lauböck über Gleisbau und Gleisunterhaltung mit den Meirhoferschen Eisenbetonrosten (Organ 1925, Heft 20 S. 423) habe ich in Aussicht gestellt, auf die verschiedenen Verfahren zum Ausrichten verfahrener Gleisbögen in einem besonderen Aufsatz zurückzukommen. Dies soll im nachfolgenden geschehen zu Nutz und Frommen einer zuverlässigen und dauernd brauchbaren Festlegung und Vermarkung unserer Gleise, die die Grundlage für eine gute Unterhaltung bildet.

Es ist hinreichend bekannt, dafs die Richtungs- und Höhenverhältnisse bei vielen Bahnstrecken im argen liegen und dafs im Laufe der Zeit durch Einbau von Kunstbauten in die verfahrenen Strecken ein Zustand eintrat, der eine Wiederherstellung der alten planmäfsigen Höhen und Richtungen

Digitized by Google

— wenn solche überhaupt einmal vorhanden waren — unmöglich macht.

Wie die frühere preufsisch-hessische Staatsbahn Mafsnahmen zum Ausrichten und Festlegen verfahrener Bögen (siehe die preufsisch-hessischen Oberbauvorschriften) traf, hat auch die ehemals bayerische Staatsbahn solche im Jahre 1912 eingeleitet. Durch den Krieg und seine Nachwirkungen waren diese ins Stocken geraten, weshalb mit Entschliefsung vom 1. VII. 1922 das vormalige Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern, die Durchprüfung und Festlegung der Höhen- und Richtungsverhältnisse neuerdings anordnete.

Schon die ersten Versuche zur Durchführung dieser Anordnung haben ergeben, dafs bei dem Zustande der Höhen- und Richtungsverhältnisse eine einwandfreie Lösung nur mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand zu erzielen ist. Es galt deshalb, ein Verfahren zu suchen, das dem Zweck in der wirtschaftlichsten Weise entspricht.

Es ist vielfach die irrige Meinung vertreten, die Ausrichtung und Festlegung verfahrener Bögen lasse sich am wirtschaftlichsten durch das Sehnenmefsverfahren (siehe preufsische Oberbauvorschriften Anlage 1) durchführen.

Dieses Verfahren soll und kann, wie dies ausdrücklich in dieser Vorschrift zum Ausdruck kommt, erst dann angewendet werden, wenn der Bogen im grofsen ganzen trigonometrisch festgelegt ist, so dafs mit dem Sehnenmefsverfahren nur eine Feinarbeit innerhalb fester Punkte nötig wird. Ganz mit Recht hebt daher auch die preufsisch-hessische Oberbauvorschrift besonders hervor, dafs eine Neuabsteckung durch Landmesser zu beantragen ist, wenn die Pfeilhöhen 10% vom mittleren Wert abweichen. Es wird aber wenige noch unversicherte Gleisbogen geben, deren Pfeilhöhen nicht 10% und mehr vom mittleren Wert abweichen.

Gerade die Streckengleise der Hauptbahnen des bayerischen Netzes im Hügel- und Berggelände sind nicht nur verfahren, sondern durch Senkungen der Dämme und durch Rutschungen häufig wesentlich verschoben.

In dem nachstehenden einfach gelagerten Falle soll die Ungenauigkeit des Sehnenmefsverfahrens erläutert werden.

Auf der Hauptbahn Treuchtlingen—Nürnberg wurden für einen Bogen von etwa 480 m Länge die Pfeilhöhen mit 24 m langen Sehnen sorgfältig gemessen und das Schaubild aufgetragen (Abb. 1). Zugleich wurde der Zentriwinkel des Bogens durch einen Vieleckzug festgestellt. Der Bogenhalbmesser soll nach den Katasterplänen 876 m betragen. Die auf Grund des festgestellten Zentriwinkels mit dem ursprünglichen Bogenhalbmesser berechnete und am vorhandenen Bogen mit dem Theodolit angetragene Zwischentangente hätte den Bogenscheitel annähernd berührt. Um aber die nachträgliche Einlegung flacher Übergangsbogen mit wenig Gleisverziehungen zu ermöglichen, wurde der Halbmesser mit 872 m gewählt und der Bogen darnach abgesteckt. Das rechte Doppelbahngleis wurde beim Gleisumbau nach der neuen Absteckung verlegt, so dafs nur ganz geringe Kosten für die Ausrichtung des linken Gleises anfielen. Die gröfste Gleisverziehung betrug 10 m.

Will man den Bogen auf Grund der Sehnenmessung ausrichten, so wird man zunächst den Mittelwert der Pfeilhöhe errechnen. Nachdem nun der Bogen trigonometrisch festliegt, wird man versuchen, diesen Wert nur für die Strecke zwischen den Übergangsbogen zu ermitteln. Die Summe der Pfeilhöhen für eine Sehnenlänge von 24 m in dieser Strecke beträgt 2,442 m, der Mittelwert

$$2{,}442 : 29 = 0{,}0842.$$

Der Bogenhalbmesser würde dann betragen

$$R = \frac{24^2}{8 \times 0{,}0842} = 855 \text{ m}.$$

Ermittelt man dagegen den Mittelwert in der ursprünglichen ungefähren Bogenlänge, so errechnet sich ein Halbmesser von

$$3{,}310 : 41 = 0{,}0807;\ R = \frac{24^2}{8 \times 0{,}0807} = 892 \text{ m}.$$

Denkt man sich diese beiden Halbmesser in den beiden Berührungsgeraden eingelegt, so würde sich beim Halbmesser mit 855 der Scheitelabstand um 0,48 m verkleinern und beim Halbmesser mit 892 m um 0,86 m vergröfsern. Die natürliche Folge wären ganz unnötige Gleisverziehungen. Das Sehnenmefsverfahren kann also nur da mit Erfolg und Genauigkeit angewendet werden, wo die Gleisachse bereits trigonometrisch festgelegt ist. Einwandfreie Übergangsbogen können beim sogenannten Sehnenmefsverfahren nur dann erzielt werden,

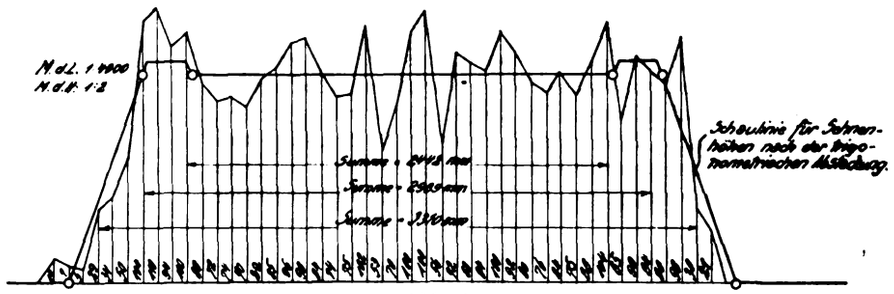


Abb. 1.

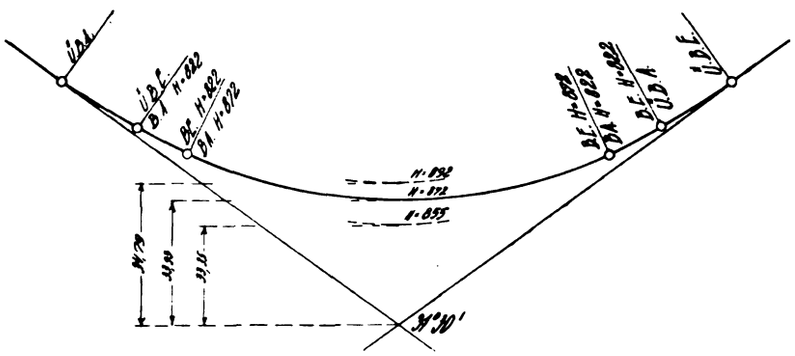


Abb. 2.

wenn der Zentriwinkel für den Übergangsbogen nach der Natur gemessen wird. Das Verfahren soll in der Hauptsache die Vorarbeiter in den Stand setzen, eine Gleiskurve innerhalb bestimmter Festpunkte sauber auszurichten (siehe bayerische Bahnmeister-Zeitung 1914, Nr. 3).

In Heft 52, 1924 der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen brachte Reichsbahnrat Landenberger einen Aufsatz über Erfahrungen, die er mit dem Nalenz-Ausgleichverfahren gemacht hat; er stellt eine wirtschaftliche Berechnung auf, in der die Kosten des Nalenzverfahrens dem Sehnenverfahren nach der preufsischen Oberbauvorschrift gegenübergestellt wird.

Das Verfahren des verstorbenen Landmessers Nalenz, das wegen der hohen Anforderungen, die es an die mathematische Vorbildung stellt, bisher keine ausgedehnte Anwendung gefunden hat, beruht auf dem Gedanken, aus den Pfeilhöhenmessungen die seitlichen Lagefehler eines Gleisbogens an jeder Stelle abzuleiten und vom vorhandenen Gleise aus die berichtigte Achse zu bestimmen. Es ist im Gegensatz zu dem Sehnen-

Digitized by Google

mefsverfahren nach Anlage 3 der ehemaligen preufsischen Oberbauvorschriften nicht ein »Näherungsverfahren«, das so und so oft wiederholt werden mufs, sondern ein Ausgleichverfahren nach der Methode der kleinsten Quadrate, das auf den ersten Anhieb eine genaue Richtigstellung des Bogens ergibt. An Stelle eines unregelmäfsig gekrümmten Bogens tritt ein ausgeglichener Bogen, der die beiden festen Anschlufsgeraden (beziehungsweise die Übergangsbogen) berührt und aufserdem mit dem ursprünglichen Bogen möglichst gleiche Länge haben mufs, damit schädliche Änderungen der Stofslücken vermieden bleiben. Wie bereits oben nachgewiesen, kommt auch Amtmann Höfer aus Altona (der verdienstvolle Verfasser des Werkes »Die Berichtigung der Krümmungen in Gleisbögen«, Verlag W. Zörnsch, Köln a. Rh.) in der gleichen Zeitschrift, Heft 1925/10 zur Ansicht, dafs das Sehnenmefsverfahren für eine Gleisvermarkung, die dauernd die Gleiskurve festlegen soll, nicht geeignet ist und deshalb bezüglich der Wirtschaftlichkeit nicht mit dem Nalenzschen Verfahren verglichen werden kann —, sondern nur mit einem im Enderfolg gleichwertigen, das ist das trigonometrische Verfahren. Auffallend sind ohne weiteres in der Zusammenstellung von Reichsbahnrat Landenberger die Angaben über die ganz erheblichen Gleisverziehungen, die durch das Nalenzverfahren notwendig wurden. Schon daraus kann geschlossen werden, dafs mit dem trigonometrischen Verfahren mindestens die gleichen wirtschaftlichen Erfolge erzielt werden können. Wenn aber Amtmann Höfer in Heft 10, 1925 den Satz ausspricht: »Das Nalenzverfahren kann nur versagen, wo jedes andere Verfahren versagt, so mufs dem doch widersprochen werden.

Hierzu einige Beispiele:

Zwischen km 28 und 29 der Hauptbahn Treuchtlingen—Nürnberg mufste der etwa 1100 m lange Bogen neu abgesteckt und gleichzeitig die Achsversicherung durchgeführt werden,

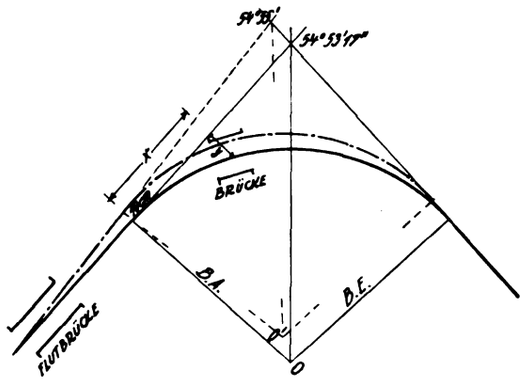


Abb. 3.

Das auf Grund eines Vieleckzuges berechnete Tangentengerippe wurde am bestehenden Bogen angetragen. Es zeigte sich, dafs im ersten Viertel des Bogens eine Gleisverziehung bis zu 30 cm notwendig geworden wäre und aufserdem der vorschriftsmäfsige Abstand der Doppelbahnachse vom Geländer der in diesem Abschnitt liegenden Brücke nicht mehr gewahrt war. Um diesem Übelstand abzuhelfen, wurde die eine Tangentenrichtung so gedreht, dafs mit der zugehörigen Ordinate die Brückenmitte erreicht wurde. Der Tangentenwinkel verringerte sich um etwa $1^1/_2{}'$ und das Gerippe wurde neuerdings angetragen. Der nach dieser Grundlage abgesteckte Bogen fiel mit dem bestehenden annähernd zusammen, so dafs an einigen Stellen nur noch Gleisverziehungen bis zu 10 cm nötig waren. Es hat sich herausgestellt, dafs der Bogen annähernd richtig lag, jedoch die 200 m lange anschliefsende Gerade, wahrscheinlich infolge seitlicher Senkung des 10 m hohen Dammes beim Bogenanfang etwa 10 cm verschoben war. Auf einer rückliegenden Flutbrücke konnte auch festgestellt werden, dafs die vorhandene Gleisrichtung nicht parallel zum Brückengeländer verlief und erst durch die Schwenkung der Tangentenrichtung wieder in die richtige Lage gebracht wurde. Bei der Anwendung des Nalenzverfahrens wäre man kaum auf die eigentliche Ursache des Mifsstandes gekommen. Um den festen Punkt auf der Brücke zu erreichen, hätte man bei der Beibehaltung der bestehenden Richtung der Geraden sich mit mehreren Halbmessern für den Bogen behelfen müssen. Die Krümmungsverhältnisse wären, anstatt verbessert zu werden, verschlechtert worden. Das Nalenzverfahren setzt ja überhaupt einwandfreie Richtungsverhältnisse der Geraden voraus, aber auch diese liegen oft sehr im argen.

Ein anderer scheinbar schwieriger, aber doch sehr einfacher Fall: Die Streckengleise zum Bahnhof Neumarkt (Opf.) verlaufen bis zur Strafsenbrücke vor dem Bahnhof parallel.

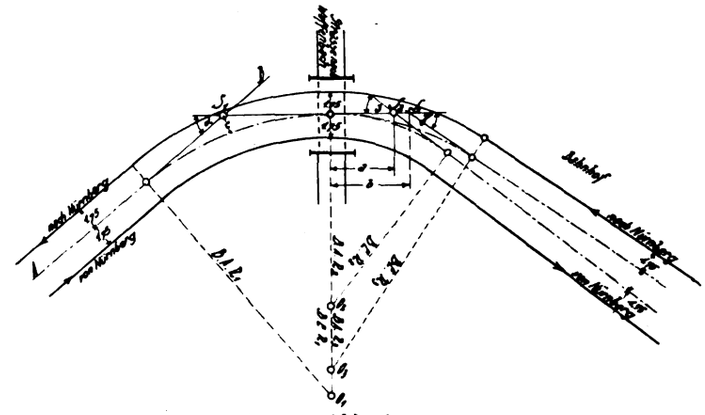


Abb. 4.

Von hier ab gehen die beiden durchgehenden Hauptgleise auf etwa 6,0 m auseinander. In der halben Strecke zwischen dem ungefähren Bogen Anfang R_1 und der Brücke mufs in der Tangentenrichtung aus der Geraden A B der Tangentenschnittpunkt für den Bogen R_1 liegen. Man mifst im Schnittpunkt S den Tangentenwinkel und den Scheitelabstand C.

Nach diesen Werten kann man den Bogenhalbmesser so wählen, dafs einerseits B E auf der Brücke bleibt und im Bogenscheitel keine nennenswerten Gleisverziehungen notwendig sind. Der Bogen R_2 wird durch den Winkel 3 und der Seite a und der Bogen R_3 durch den Winkel γ und Seite b bestimmt. Die Berechnungen selbst erübrigen sich wegen ihrer Einfachheit.

Im vorliegenden Falle wurde der Bogen R_2 wegen seiner Kürze (80 m) im Übergangsbogen aufgelassen.

Die für die Gesamtabsteckung notwendigen Berechnungen können an Ort und Stelle in kürzester Zeit ausgeführt werden.

Bei gröfseren kombinierten Bögen, wie sie häufig auf der Strecke durch nachträgliche Vergröfserung der Zwischengeraden entstanden sind, hat sich auch nachstehendes Verfahren bewährt (hierzu Abb. 5).

Man verlängert die Doppelbahn- oder Gleisachse bis zu einem Punkt S_1 aufserhalb der Gleise. Von diesem Punkte zieht man sich eine Berührungslinie zu Punkt M_1. Die Entfernung M_1 bis S_1 mufs gleich A S_1 sein. A ist mutmafslicher Bogenanfang, der durch Berechnung erst festgelegt wird. Aus dem Tangentenwinkel α, dem Scheitelabstand c und den angenommenen Tangenten kann man schon beurteilen, ob das Gleis mit dem planmäfsigen Bogen (R_1) übereinsimmt. Erweist sich der Scheitelabstand C_1 zu grofs, mufs M_1 etwas gegen Bogenmittel verlegt, d. h. der Tangentenwinkel mufs etwas vergröfsert werden, ist C_1 zu klein, mufs umgekehrt verfahren werden. Hat man in dieser Bogenstrecke einen ungefähren Ausgleich geschaffen, verlängert man die Berührungsgrade S_1,

Digitized by Google

M_1 bis S_2. Durch R_1 und Strecke a ist der zugehörige Winkel z bestimmt. Wird $\sphericalangle$ z an S_2 angetragen, so soll die neue Tangentenrichtung in der Entfernung a in Punkt M_2 den Bogen annähernd berühren. Ist dies nicht der Fall mufs $\sphericalangle \alpha$ noch etwas gröfser oder kleiner gewählt werden. Selbstverständlich kommen nur Minuten oder Bruchteile hiervon in Frage. Ist nun in der Teilstrecke A bis M_2 ein Ausgleich geschaffen, verlängert man S_2 M_2 bis zum Schnittpunkt mit der Haupttangente C B. Liegt dieser Punkt ungünstig im

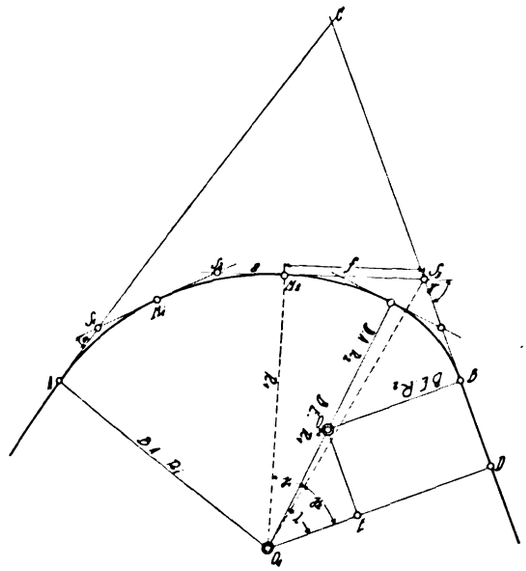


Abb. 5.

Gelände, mufs noch ein Zwischeneck eingelegt werden, um den $\sphericalangle \gamma$ festzustellen. Man hat bis jetzt nicht nur die gröfste Strecke absteckungsreif, sondern für alle Fälle auch den vollständigen Vieleckzug für den ganzen Bogen. Aus dem Werte f, dem $\sphericalangle \gamma$, R_1 und R_2 kann man den Rest des Bogens berechnen. Es ergibt sich kurz ausgedrückt:

$$\sphericalangle \gamma_1 = \frac{\log f}{\log R_1}; \quad O_1 S_3 = \frac{\log f}{\log \sin \gamma_1};$$

$$\sphericalangle \gamma_2 = \gamma - \gamma_1; \quad S_3 D = \log \sin \gamma_2 \,.\, \log O_1 S_3$$

$$O_1 D = \log \cos \gamma_2 \,.\, \log O_1 S_3; \quad O_1 E = O_1 D - R_2; \quad O_1 O_2 = R_1 - R_2;$$

Zentriwinkel für den Bogen mit $R_2 = \lambda$; $\cos \lambda = \dfrac{\log O_1 E}{\log O_1 O_2}$

$$O_2 E = B D = \log \sin \lambda \,.\, \log O_1 O_2.$$

Bringt die Absteckung der neuen Bögen in der Reststrecke keine annähernde Übereinstimmung mit der bestehenden Anlage, wählt man den angenommenen Halbmesser R_2 entsprechend gröfser oder kleiner und man kommt sicher zum Ziele.

Die vorstehenden Beispiele zeigen, dafs das trigonometrische Verfahren für eine Achsversicherung das sicherste und zweckmäfsigste ist. Die Gleisverziehungen können bei praktischer Anwendung des Verfahrens auf das Allernotwendigste beschränkt und wesentliche Kosten erspart werden. Wenn dann der Rottenführer bei der planmäfsigen Durcharbeitung der Gleise das Sehnenmefsverfahren in Verbindung mit Marksteinen, die auf Grund trigonometrischer Absteckung gesetzt wurden, anwendet, wird er sicher eine einwandfreie Gleisrichtung erhalten.

Gemeinsam mit der Richtung mufs auch — dies gilt vor allem für Gleisumbauten mit Bettungserneuerung oder -Ergänzung — die Höhenlage planmäfsig festgelegt und versichert werden. Da die Höhenberichtigung zweckmäfsig gleichzeitig mit Gleisumbauten durchgeführt wird, ist es unerläfslich, bei der neuen Höhenfestlegung auch die Unterbau- und Bettungsverhältnisse in der zu bearbeitenden Strecke (Mindeststrecke zwischen zwei Bahnhöfen) zu berücksichtigen. Man mufs deshalb in der Weise vorgehen, dafs man die bestehende Gleislage (bei Doppelbahnen beide Gleise) insbesondere aber auch alle festen Punkte wie Brücken und dergl. aufnimmt und das Nivellement in geeignetem Mafsstabe (Höhen 1 : 10) aufträgt. Unter Berücksichtigung aller Umstände wie Unterbau- und Bettungsverhältnisse, Bahnsteige, Überwege, Brücken usw. wird die neue Bahnkrone im Plan festgelegt, abgesteckt und versteint.

Der Umstand, dafs die bestehende Bahnkrone in Einschnitten meist über den planmäfsigen, in Dämmen infolge Dammsenkung weit unter der planmäfsigen Höhe liegt, bedingt oft die Anwendung gröfserer Neigungen als plangemäfs. Dabei ist zu berücksichtigen, dafs die in der Bahnlinie mafsgebende gröfste Steigung nicht überschritten werden darf.

Als oberster Grundsatz bei Neufestlegung der Höhe eines umzubauenden Gleises mufs im Interesse der Wirtschaftlichkeit gelten, dafs das neue Gleis tunlichst so hoch gelegt wird, dafs eine Entfernung alter, unbrauchbarer Bettung nicht notwendig wird und die neue Bettung ohne Weiteres auf die alte zu liegen kommt. Selbstverständlich mufs hierbei auch die Entwässerung der alten Bettung gesichert sein. Neue Gleise sollen also nicht eingegraben, sondern herausgehoben werden. Inwieweit dieser Grundsatz durchführbar ist, hängt ab von den festen Objekten der Strecke, der Fufsbankbreite, den Bahnsteigrandsteinen in den Stationen usw.

Eine Wiederherstellung der planmäfsigen Höhen ist — auch wenn dieser Grundsatz nicht durchgeführt würde — in den meisten Fällen nicht möglich, wegen starker Setzung der Dämme und wegen häufiger Fehler bei der seinerzeitigen Erbauung der Bahnstrecken.

Nach der bayerischen Ministerial-Entschliefsung vom 1. Juli 1922 12/Ia soll die Achsversicherung mit eisenbewehrten Betonsockeln 15/15 cm stark durchgeführt werden, die sich als sehr zweckmäfsig erweisen, da eine Zerstörung durch Witterungseinflüsse so gut wie ausgeschlossen ist.

Es sind in dieser Anweisung drei Arten von Festpunkten vorgesehen.

Richtungsfestpunkte (R) mit einem einbetonierten Eisenstift 5 cm über Bahnkrone;

Höhenfestpunkte (H) mit einem einbetonierten, oben gewölbten Bolzen in Schienenhöhe;

Richtungs- und Höhenfestpunkte (RH) mit eingefeilter Richtungskerbe im einbetonierten Höhenbolzen in Schienenhöhe.

Die Erfahrung hat ergeben, dafs es am vorteilhaftesten ist, nur RH-Steine zu verwenden. Wenn auch der Unterschied der verschiedenen Festpunkte (R, H, RH) äufserlich leicht erkennbar ist, so kommen doch häufig, insbesondere von weniger geschulten Bahnunterhaltungsbeamten trotz aller Belehrungen Verwechslungen vor. Die geringe Mehrarbeit, die bei der Ausführung der Achsversicherung mit nur RH-Steinen geleistet werden mufs, lohnt sich später mehrfach.

Zum Schlufs möchte ich anregen, dafs in Anbetracht der Wichtigkeit und der nicht geringen Schwierigkeit des Ausrichtens verfahrener Gleisbögen eine Dienstanweisung ausgearbeitet wird, in der die in Betracht kommenden drei Methoden (Sehnenmefsverfahren, Nalenz- und Polygonmefsverfahren) beschrieben und ihre Anwendungsfähigkeit unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse scharf abgegrenzt werden.

Eine solche Dienstanweisung erscheint heute als unbedingtes Bedürfnis. Inwieweit hierbei auch die Neufestlegung der Höhenlage der Gleise berücksichtigt werden soll, wäre zu prüfen.

Digitized by Google

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Deutsche Automobil-Ausstellung 1925 *).

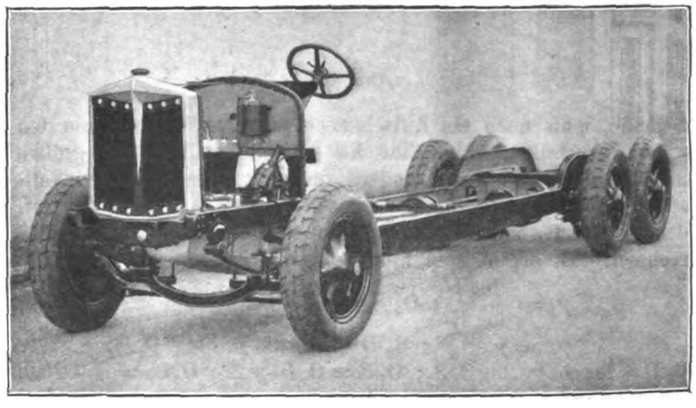
Neben der Eisenbahn ist heute das automobile Fahrzeug zum unentbehrlichen Verkehrsmittel im Landverkehr geworden. Längst hat das Automobil den Luxuscharakter verloren und zusehends mehren sich die Volksschichten, die im Automobil, sei es zu eigener Beförderung oder zur Warenbestellung, das willkommene Hilfswerkzeug ihres Betriebes sehen. Industrie, Handel und Gewerbe, staatliche und kommunale Betriebe haben den werbenden Charakter des Automobils erkannt und bedienen sich seiner heute zur Personen- wie Lastenbeförderung an Stelle des Hand-, Pferde- oder Eisenbahntransports, soweit es die Verkehrsumstände zulassen. In richtiger Erkenntnis der dem Automobil unter gewissen Verhältnissen gegenüber der Eisenbahn anhaftenden Vorzüge hat die Reichsbahn den „Eisenbahnkraftwagenverkehr" geschaffen, in welchem der Verkehrsdienst durch die Eisenbahn in Verbindung mit dem Kraftwagen ausgeübt wird. Zur Durchführung ist die Reichsbahn mit den verschiedenen grofsen Kraftverkehrsgesellschaften, die unter der Bezeichnung „Kraftverkehr Deutschland" mit dem Sitz in Dresden zusammengeschlossen sind, ein Gemeinschaftsverhältnis eingegangen, wodurch sie sich die Vorzüge des Kraftwagens in vorteilhafter Form zunutze macht und kostspielige, die Volkswirtschaft schädigende Tarifkämpfe ausschliefst. Bei seiner Schnelligkeit, Betriebssicherheit, Anpassungsfähigkeit ist der Kraftwagen im Nahverkehr billiger, besser und schneller als die Eisenbahn; für noch nicht aufgeschlossene Gegenden kommt in erster Linie der Kraftwagen in Frage. Er ist dort der Vorläufer der Schienenbahn bis zu genügenden Verkehrsentwicklungen. Der einzige schwierige Punkt hierbei ist der Ausbau und die Unterhaltung der Strafsen, der aber auch heute bei der hohen technischen Vervollkommnung der Kraftfahrzeuge keine hemmende Bedeutung mehr für die weitere Entwicklung des Kraftwagenverkehrs hat.

Die letzte Deutsche Automobil-Ausstellung Ende November v. Js. hat die Ausblicke auf eine weitere Ausdehnung des Autoverkehrs bedeutend erweitert. Die Darbietungen im Nutzkraftwagenbau stellten unzweifelhaft nicht nur den Höhepunkt der Ausstellung dar, sondern gaben auch Zeugnis von der hohen Leistungsfähigkeit, die der deutschen Automobil-Industrie trotz der mannigfachen Schwierigkeiten, namentlich durch den Wettbewerb des Auslandes, zu eigen ist. Eine Folge dieser Verhältnisse war die Sammlung in der Herstellung, die Verringerung der Bauformen und die Austeilung dieser auf die einzelnen Fabriken zur Ermöglichung von Reihenherstellung in Verbindung mit Fliefsarbeit auf wissenschaftlicher Grundlage des Arbeitsganges.

Dies war das wirtschaftliche Kennzeichen der Ausstellung, und verschiedenen Firmen wie Hansa-Lloyd-Werke, Brennaborwerke, ist es bereits gelungen, gerade im Nutzkraftwagenbau dem Auslande gegenüber wettbewerbsfähig zu sein. Man hat zunächst begonnen, die Motoren bis zu 10/45 PS mit Wechselgetriebe zu geschlossenen Einheiten auszubilden und sie im Bau der Personen- wie Nutzkraftfahrzeuge zu verwenden, indem nur die Rahmen verschieden ausgeführt werden. Für den Nutzkraftwagenbau ergeben sich damit leichte, gleichwohl widerstandsfähige Fahrgestelle, die für Aufbauten als Pritschen-, Lieferungswagen und Omnibusse zu 12 bis 15 Personen Fassungsraum verwendbar und für etwa 1000 kg Nutzlast bestimmt sind.

Die andere Entwicklung im Nutzkraftwagenbau geht von dem im letzten Jahr recht beliebt gewordenen 2 t-Schnellastwagen aus, der seinen Bau vornehmlich den neuzeitlichen Bereifungen mit Luftfederung verdankt, mit denen er auf ebener Strafse bis zu 65 km/h Geschwindigkeit erreicht. Infolge ihrer hohen Fahrgeschwindigkeit eignen sich diese Fahrzeuge ganz besonders bei wechselnden Belastungen und Verkehrslängen in der Lastenzustellung, und auf der Ausstellung war zu erkennen, wie die Industrie gerade diesem Wagentyp in technischer Hinsicht wie in der Anpassung seiner Aufbauten an alle möglichen Anforderungen der Wirtschaft ihre Aufmerksamkeit zuwendet; auch dem der Beförderung leichter, sperriger Güter wird durch grofse Ladeflächen Rechnung getragen. Da die Ausnutzung eines Fahrzeuges auch sehr von der Leichtigkeit und der damit gegebenen Schnelligkeit im Be- und Entladen abhängt, so ist man auch dazu übergegangen, die Höhe der Ladefläche nicht nur durch entsprechende Anordnung der Federn am Rahmen, sondern durch Kröpfung desselben hinter dem Motor und über die Hinterachse hinweg möglichst niedrig zu halten. So boten denn die gekröpften Rahmen auch in der Verwendung für Lastfahrzeuge eine Neuheit auf der Ausstellung. Bei der Verwendung für Omnibusaufbauten waren die gekröpften Rahmen von der vorjährigen Ausstellung her bekannt; während sie jedoch damals vereinzelt auftraten, waren sie diesmal bei Omnibussen allgemein zu sehen.

Die Vorteile eines schnellen und häufigeren Transports, bei dem infolge der Verkürzung der Beförderungszeit der Verwendungsbereich vergröfsert wird, haben dazu geführt, den Schnellastwagen auch für gröfsere Mengen bis zu 5 t Nutzlast zu entwickeln, dessen Fahrgestell infolge seiner Tieflage natürlich auch für Omnibusaufbauten Verwendung finden kann. Als besondere Neuheit ist der 4 bis 5 t Eilwagen der Faunwerke, Nürnberg, mit 6 Zylinder-22/70 PS Maybachmotor, Riesenluftbereifung, 10,5 m² grofser Ladefläche anzuführen, dessen Rahmenoberkante 560 mm über dem Boden liegt und dessen Fahrgeschwindigkeit in der Ebene mit 5 t Last 50 km/h beträgt. Die Daag, Ratingen-Düsseldorf hat bei ihrem Schnellastwagen für 5 t Nutzlast völlig neue Wege in der Bauausführung beschritten, indem sie für den Rahmen und seine Querverbindungen einen aus dünnem Blech hergestellten Kastenträger verwendet und die Verbindungen mittels Hohlnieten hergestellt, womit gröfste Festigkeit



Daimler 6-Rad-Fahrgestell mit Linkssteuerung, Stirnrad-Nabenantrieb, Sechsradbremse, Riesenluftbereifung 40" × s", Motor 70/80 PS: Wagenlänge 9415 mm, Radstand 5650 + 1300 mm, Rahmenoberkante 620 mm über Boden.

mit geringem Gewicht verbunden ist. Das Fahrzeug ruht auf acht Viertel-Elliptikfedern; die Kupplung zwischen Motor und Wechselgetriebe, wie die Vierradbremse wird mit hydraulischer Kraftübertragung betätigt. Das Fahrgestell hat bei einem Radstand von 5 m eine Gesamtlänge von 8,2 m, eine nutzbare Ladeflächenlänge von 6 m, eine Ladefläche von 14,4 m² und wiegt etwa 4,2 t. Das Streben nach Verringerung des Eigengewichts der Fahrzeuge und insbesondere der toten Last der Hinterachse ist hier wie bei den Erzeugnissen anderer Firmen zu erkennen, die am zweiachsigen Wagen festhalten. Da aber immerhin die Belastung der Hinterachse für die Riesenluftbereifung recht hoch wird und die unbedingt erforderliche Doppelbereifung der Hinterräder auch sonst im Betrieb und in der Unterhaltung einige Schwierigkeiten hat, so findet der bisher nur von Büssing und der Vomag vertretene Dreiachswagen weitere Anhänger, die auf der Ausstellung durch die Daimlerwerke-Marienfelde (siehe Abb.) und Mannesmann-Mulag, Aachen mit ihren Neuschöpfungen vertreten waren. Da bei beiden Wagen jede der Hinterachsen angetrieben wird, so ist trotz der Lastverteilung auf die drei Achsen die Reibung genügend, andrerseits ist die Verwendung von einfacher Bereifung auf jedem Rade möglich, womit Ersparnisse in den Reifenkosten erzielt werden. Auch hat der Dreiachswagen gegenüber dem zweiachsigen den Vorteil gröfserer Tragkraft (7 t und mehr) und gröfserer

*) Bei der zunehmenden Bedeutung und Verbreitung des Nutzkraftwagens, insbesondere des Lastwagens, der für gewisse Verkehrsverhältnisse als erfolgreicher Mitbewerber, für Zubringerdienste als Helfer der Eisenbahn erscheint, glauben wir an dieser Ausstellung nicht vorübergehen zu sollen. Die Schriftleitung.

Digitized by Google

Ladefläche, die je nach der Anordnung des Führersitzes zum Motor bei den etwa 9,5 m langen Wagen 17 m² erreicht. Die Omnibusaufbauten ergeben einen Fassungsraum bis zu 60 Personen bei 35 bequemen Sitzplätzen.

Die Ausnutzungsmöglichkeit der Wagen ist somit recht grofs, sie wirkt günstig auf die Personal-, Unterhaltungs- und Brennstoffkosten gegenüber zweiachsigen Wagen, auch mit Anhängewagen, wenn man die für eine gegebene Umschlagmenge höhere Zahl in Betracht zieht.

Auch der Kastenbau für die grofsen Wagen zeigte neue Wege, ein Büssing-Dreiachser war mit einem Leichtmetallaufbau („Lautal"-Legierung) der Werke „Luftschiffbau Zeppelin" versehen. Die Uerdinger Waggonfabrik hatte einen Mulag-Dreiachser mit einem Stahlaufbau ausgestattet. Der Vorteil liegt hier nicht nur in nennenswerter Gewichtsverminderung, sondern auch in erhöhter Festigkeit und damit gröfserer Lebensdauer der Wagenkästen.

Bei den 5 t-Lastwagen für Massengüter sind Kippvorrichtungen zur selbsttätigen Entladung in ausgedehnter Verwendung. Die hydraulische Kraftübertragung scheint hier vorherrschend zu werden, sie ermöglicht ein Kippen nach drei Seiten bis zum Kippwinkel von 50 bis 60°, bietet volle Sicherheit in den Endstellungen und ist leicht zu betätigen. In Anwendung sind im Rahmen beweglich gelagerte und mit der Brücke verbundene drei- und vierstufige Pressen, die beim Auseinanderschieben der Zylinder die Brücke heben (Bauart Meiller), wie im Rahmen festgelagerte Zylinder mit Kolben und Rollen, die beim Heraustreten aus dem Zylinder gegen eine an der Brücke befestigte Kurvenbahn drücken und so die Brücke heben. (Bauart Wood).

In Anbetracht der hohen Fahrgeschwindigkeiten wird den Bremseinrichtungen grofse Aufmerksamkeit zugewendet; die Vierradbremse, beim Dreiachser Sechsradbremse, ist zur vollen Ausnutzung der Bodenreibung allgemein in Anwendung. Die Verwendung von Druckluft ist hierbei sowohl bei Einzelwagen, wie Lastzügen in der Zunahme begriffen, da sie die Sicherheit des Betriebes erhöht und Ersparnisse in den Personalkosten ermöglicht.

Die Anhängewagen nehmen, wie die Motorwagen, in der Tragfähigkeit und Gröfse der Ladeflächen zu. So hatten u. a. Christoph & Unmack, Niesky O.-L., einen Autoanhänger für 15 t Nutzlast und 6 × 2,1 m² Ladefläche zum Transport schwerer Maschinenteile und Kessel ausgestellt.

Erwähnt seien schliefslich noch die eigentlichen Zugmaschinen, die in Speditionsbetrieben und in der Landwirtschaft vorteilhafte Verwendung finden. Als Neuschöpfungen waren auf der Ausstellung der 38/40 PS-Komnickkraftschlepper und als Fabrikate der Hanomag ein 28 PS WD-Radschlepper, ein 28 PS- und ein 50 PS-WD-Kettenschlepper.

Die Entwicklung im Nutzkraftfahrzeugbau ist noch im Flufs, besonders mit weiterer Vervollkommnung der Luftbereifung zu höherer Tragfähigkeit bei gleicher Elastizität dürften noch weitgehende Erfolge zu erwarten sein. Auch dürfte wohl der Vierachswagen nicht mehr allzulange auf sich warten lassen, der sich in Amerika schon in der Versuchsstufe befindet. Przygode.

Tagung der amerikanischen Eisenbahnmaschinentechniker in Chicago vom 16. bis 18. Juni 1925.

(Railway Age 1925, 1. Halbj., Nr. 29.)

Von den bei der Tagung behandelten Fragen seien folgende bemerkenswerte Ergebnisse wiedergegeben.

Für Personenwagenwerkstätten wurde die in der Kraftwagenindustrie eingeführte Fliefsarbeit befürwortet, für Güterwagenwerkstätten die Beibringung neuer Erfahrungen für die nächste Tagung angeregt.

Es wurde über Versuche mit Zentralschmiervorrichtungen für Schieber und Kolben bei Lokomotiven berichtet. Mit Bezug auf den Verschleifs von Stopfbüchsenringen haben sich mechanische Schmierapparate besser bewährt, als Auftrieb-Öler, der Verbrauch an Öl für den Kilometer gibt jedoch den letzteren den Vorzug. Einen ausschlaggebenden Unterschied zugunsten einer der beiden Schmierarten ergaben die Versuche nicht.

Bezüglich der Schraubengewinde wurde das Sellers- oder Franklin-System als normal anerkannt.

Für den Bau von Wasserstandsablesevorrichtungen am Kessel im Führerstand wurden 28 Punkte zur Beachtung bei der Ausführung empfohlen.

Im Verlauf einer Aussprache wurde betont, dafs der Dampfdruck in Lokomotivkesseln zweckmäfsig auf etwa 24 Atm mit 350° Überhitzung gesteigert wird.

Mit langen Lokomotivläufen, bei Personenzügen bis zu 790 km, bei Güterzügen bis zu 540 km wurden hinsichtlich der Brennstoffersparnis die besten Erfahrungen gemacht; aufserdem wurde hierdurch das Bedürfnis an Lokomotivbehandlungsanlagen verringert. Bei geringerem Verkehr werden Lokomotiven kalt hinterstellt, um bei Spitzenleistungen wieder in den Betrieb gegeben zu werden.

Unter Berücksichtigung der zu befördernden Flüssigkeiten wurden von einem Ausschufs Mafse für Kesselwagen und deren Ausrüstungsteile festgesetzt.

Der Bau eines gedeckten vierachsigen Einheitsgüterwagens mit Einzelheiten für Achsbüchsen, Drehgestelle, Rahmen, Kasten, sowie Beschriftung wurde eingehend erörtert.

Für die Unterhaltung der Luftbremsteile sind Lehren eingeführt. Als normaler Hub für Bremskolben wurden 200 mm anerkannt. Eine Anzahl von Bauvorschriften für nach dem 1. Januar 1927 fertiggestellte Güterwagen und einige Ladevorschriften wurden abgeändert, ohne jedoch die Verwendung früher gebauter Fahrzeuge auszuschliefsen. Die Radreifen werden bei Rädern aus einem Stück und bei aufgezogenen Reifen mit einer neuen Nortonschleifmaschine in erheblich geringerer Zeit abgeschliffen, als früher abgedreht; dabei werden wegen der geringeren Stoffmenge beim Abschleifen auch Ersparnisse an Radreifen erzielt. Ru.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Eisenbetonschwellen.

Wie uns aus Ungarn mitgeteilt wird, hat die kgl. ung. Staatsbahn Versuche mit Eisenbetonschwellen durchgeführt und seit fünf Jahren die besten Ergebnisse erzielt.

Die kgl. ung. Staatsbahnen haben auf ihren Linien auf ungefähr 60 km Länge Versuchsabschnitte mit Eisenbetonschwellen hergestellt. Die Eisenbetonschwellen wurden in verschiedenes Material gebettet, ein Teil in Flufskies, andrer Teil in Schlägelschotter.

Die Profile der Eisenbetonschwellen sind den gewöhnlichen Holzschwellen sehr ähnlich. Die Eisenbetonschwellen wurden für die Hauptbahnen in einer Länge von 2,60 m hergestellt mit einem Querschnitt von 220/240/160 mm, für die Nebenbahnen mit gleichem Querschnitt, jedoch mit einer Länge von nur 2,10 bis 2,50 m. Das Eisengerüst besteht aus Langeisen und Bügeln. Für die Hauptbahnen wurde Langrundeisen im Durchmesser von 8 bis 10 mm Stärke, für die Nebenbahnen von 6 bis 8 mm Stärke verwendet. Die Bügel wurden aus 5 mm starken Rundeisen hergestellt.

Aufser den Versuchsabschnitten wurden die Eisenbetonschwellen in den Stationsgleisen an jenen Stellen verlegt, wo die Lokomotiven ihre Schlacke und Asche auswerfen, wobei die besten Erfolge erzielt wurden. Die Eisenbetonschwellen erwiesen sich gegen die zerstörende Wirkung der heifsen Schlacke und Asche gänzlich unempfindlich, so dafs dadurch grofse Ersparnisse gemacht wurden; an diesen Stellen verbrannten nämlich die Holzschwellen, so dafs sie jährlich zwei bis dreimal gewechselt werden mufsten.

Die Eisenbetonschwellen erwiesen sich auch gegen Kälte und Eis unempfindlich.

Bisher wurden ungefähr 100 000 Stück Eisenbetonschwellen hergestellt. Die Kosten betragen je nachdem sie für Haupt- oder Nebenbahnen hergestellt wurden, 7 bis 10,3 Goldkronen. B. v. Kl.

Porphyrschotter für Holz- und Eisenschwellen schädlich.

Reichsbahnrat Hohenberger, Schwandorf, weist in der Zeitschrift Bahnbau 1925, Heft 18 auf den schädlichen Einflufs hin, den Porphyrschotter infolge seines Schwefelsäuregehaltes auf Holz- und Eisenschwellen ausübt. Auf Porphyrschotter werden die Schwellen vorzeitig zerstört. Die Richtigkeit dieser Annahme wird durch ein Gutachten der Stoffprüfungsabteilung der Materialinspektion München bestätigt. Auf Grund dieser Erkenntnis ist nach den bayerischen Vertragsbedingungen über Lieferung von Schotter und Grus für Gleisbettung nunmehr Porphyrstein von der Verwendung ausgeschlossen worden. Hohenberger fordert, dafs in Zukunft die Eignung eines Gesteins für Gleisbettung nicht allein nach der Härte, sondern auch nach der chemischen Zusammensetzung beurteilt wird. Wöhrl.

Digitized by Google

Lokomotiven und Wagen.

Beiträge zur Kenntnis der Widerstände in dem Rohrsystem des Lokomotivkessels mit vergleichenden Untersuchungen über Widerstände und Wärmeübertragung.

Von K. E. Nordling und R. Bengtzon.
(Glasers Annalen 1925, 2 Halbj., Heft 1 bis 3.)

Zur Bestimmung der Widerstände in Rohren, die mit der Einführung der Dampfüberhitzung und der Verwendung schraubenförmiger Heizrohre eine gröfsere Bedeutung erlangt haben, ist in den Werkstätten der Bergslagernas Eisenbahnen in Schweden eine Anzahl Versuche vorgenommen worden. Der Versuchsapparat besteht aus zwei Behältern, zwischen welche die zu untersuchenden Rohre eingebaut werden können, und einer an dem Aufsenende des einen Behälters angebrachten Vorrichtung, um daselbst Über- oder Unterdruck erzeugen zu können. Auf den Behältern und den zu prüfenden Rohren sind in angemessenen Abständen U-förmige Wassermanometer mit Millimeterteilung angebracht. Es wird hiermit und rechnerisch der Beschleunigungswiderstand, der Kontraktionswiderstand und der Rohrwiderstand festgestellt, sowie die künstliche Verstärkung des Rohrwiderstandes durch Einbau von Rohren, Rohrbündeln oder Flacheisen oder durch Veränderungen in der Form der Rohrwände. Auch die Unterdrucke in der Feuerbüchse und Rauchkammer werden untersucht und alsdann Beispiele für Widerstände und Wärmeübertragung in Heizrohrsystemen verschiedener Rohrformen, zunächst im Sattdampfkessel gegeben, auch die Verstärkung des Rohrwiderstandes und der Einflufs derselben auf die Wärmeübertragung wird erörtert und hierfür eine Untersuchung bei Vergröfserung der Rohrzahl und Verkleinerung des Rohrdurchmessers mitgeteilt. Es ergibt sich hierbei bei

	266/45	266/37	344/27	Stück/Durchmesser
zu	0	2,7	4,4	Hundertstel Erhöhung d. Wirkungsgrades
und	128	248	163	mm Rauchkammerunterdruck,

welches Ergebnis zu dem Schlusse Anlafs gibt, dafs es für zylindrische Rohre einen geringsten Durchmesser gibt, unter den nicht hinuntergegangen werden soll. Bei Serverohren ergeben sich die entsprechenden Werte bei 178,60 Stück/Durchmesser zu 6,9 Hundertstel Erhöhung und 147 mm Unterdruck, bei den Efsrohren (Schraubenrohren) bei 266/45 Stück/Grunddurchmesser

bei	4	6	8	mm Tiefe der Gewinde
zu	6,4	9,2	11,8	Hundertstel Erhöhung
und	184	233	308	mm Unterdruck.

Es folgen nun Untersuchungen zur Bestimmung der Schraubenrohrform; es wird nachgewiesen, dafs die Anpassung der Schraubenrohre für verschiedene Verhältnisse lediglich durch die Regelung der Gewindetiefe bewerkstelligt wird. Bezüglich der Bestimmung der Wärmeübergangszahl wird auf die Arbeiten von Dipl.-Ing. Brückmann und von Prof. Lindmark verwiesen. In dem Abschnitt „Im Heifsdampfkessel" werden die Rechnungen sowohl für die Flammrohre als auch für die Heizrohre durchgeführt und dabei darauf hingewiesen, dafs es auch in den Heifsdampflokomotiven durch Einführung von Schraubenrohren möglich ist, beachtenswerte Verbesserungen in der Wärmeübertragung zu erreichen. In dem letzten Abschnitt „Vorläufige Untersuchung des Rohrsystems des Heifsdampfkessels" wird zur Prüfung, ob das Rohrsystem eines Heifsdampfkessels den jetzigen Ansprüchen auf Wärmeübertragung entspricht, auf das in dem Abschnitt „Bestimmung der Schraubenform" niedergelegte Annäherungsverfahren verwiesen. B. E. Eck.

Mechanische Achslagerschmierung.

(„Die Lokomotive" 1925, Heft 6.)

Um sparsamen Ölverbrauch zu erzielen ist man dazu gekommen, ebenso wie bei Kolben und Schiebern auch die Achslager der Lokomotiven sowie deren seitliche Führungen durch Schmierpumpen zu ölen, beispielsweise ist dies der Fall bei der 1 D-Lokomotive Reihe 445 der tschechoslowakischen Staatsbahnen, die mit Friedmann-Schmierpumpen für diesen Zweck ausgerüstet ist. Die Pumpen haben bei dieser Verwendung, namentlich wenn auch noch andere Teile wie Kulissenzapfen, Kreuzkopfführungen, bei elektrischen Lokomotiven auch noch Kurbelzapfen, Motor- und Blindwellen, Zahnkränze usw. geschmiert werden, eine grofse Anzahl von Ölauslässen, bis zu 24.

Mit Rücksicht auf das Federspiel mufs die Verbindung zur Achslagerbüchse durch einen biegsamen Metallschlauch oder durch ein sorgfältig geglühtes Kupferrohr hergestellt werden. Damit die Ölleitung stets mit Öl gefüllt bleibt, ist an der Einmündungsstelle oder an leicht zugänglicher Stelle am Rahmen ein Rückschlagventil angebracht worden. Die Bauart der Pumpen ist die gleiche wie für die Kolben- und Schieberschmierung. Um kurze Ölleitungen zu bekommen, werden sie zweckmäfsig auf den Laufbühnen aufgestellt.

Nach der Quelle beträgt infolge Vermeidung der Verluste beim Auffüllen der Achslager sowie des Aufhörens der Schmierung bei Stillstand der Ölverbrauch nur 3 bis 400 g für ein Achslager auf 1000 km. — Ein weiterer Vorteil ist natürlich der Fortfall der unangenehmen und zeitraubenden Arbeit der Auffüllung der einzelnen Schmiergefäfse durch das Personal und die gröfsere Zuverlässigkeit.

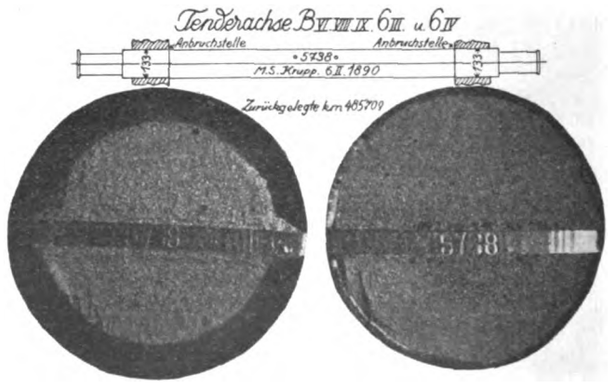
Ue.

Rissebildungen an Wagenachsen.

Zu unserer Veröffentlichung in Heft 19 des Organs vorigen Jahres Seite 407 über eigentümliche Rissebildungen an Wagenachsen erhalten wir folgende zwei Ergänzungen.

Die Mutmafsungen, die sich an die in Heft 19 wiedergegebenen Ausführungen knüpfen lassen, sind vom Standpunkt der Dynamik sehr lehrreich und von aufserordentlichem Belange. Auch dieser Fall scheint wieder darauf hinzuweisen, dafs dynamischen Beanspruchungen im letzten Grunde nur damit entgegengewirkt werden kann, dafs der äufseren Stofsarbeit dauernd Gelegenheit gegeben wird, sich in innere elastische Formänderungsarbeit umzusetzen. Um diese Formänderungsarbeit zustande kommen zu lassen, ist es aber unter allen Umständen nötig, dafs den auftretenden dynamischen Kräften, wenn auch nur verschwindend kleine Wege zur Zurücklegung dargeboten werden. Bei den angebrochenen russischen Achsen scheinen solche Wege in den kleinen und kleinsten Schleifbewegungen der Anbruchstellen geboten zu sein.

Am Schlusse des angeführten Berichtes ist der Annahme Ausdruck verliehen, dafs ähnliche massenhafte Anbrucherscheinungen wie die beschriebenen russischen bei deutschen Bahnen im allgemeinen nicht bekannt geworden seien. Ich bin aber inzwischen gelegentlich einer Erkundigung beim Eisenbahnausbesserungswerk Augsburg auf allerdings weit zurückliegende Fälle aufmerksam gemacht worden, die anscheinend den beschriebenen russischen nicht ganz unähnlich sind. Das Aussehen einer solchen Anbruchstelle an einer Tenderachse zeigt die Textabb. Soweit sich noch feststellen läfst, wurde der



Radsatz am 6. 6. 1890 in Betrieb genommen und am 2. 5. 1900 wegen Anbruchs aufser Betrieb gesetzt. Er hatte 500 000 km zurückgelegt. Stoff der Achse war Martinstahl, Lieferer Krupp. Derartige Fälle sollen öfter vorgekommen sein. Bezeichnend sind auf dem Bild die abgeschliffenen Bruchflächen und der scharfe Übergang zum gesunden Material. Für die Ausmusterung der Achsen bzw. deren Untersuchung war eine Reihe von Entschliefsungen mafsgebend, zum Teil wurden die Radsätze gelegentlich des Auswechselns mit (im Nebensitz) stärkeren Achsen ausgerüstet. Der auf dem Bild dargestellte Bruch wurde künstlich herbeigeführt. Angebrochene Achsen wurden im Betriebe nicht mehr belassen, sondern durch neue ersetzt, zumal einzelne Achsen, die Spuren älterer Anbrüche zeigten, auch im Betrieb gebrochen sind.

Die Tiefe solcher Anbrüche läfst sich natürlich nur durch absichtliche Herbeiführung des Bruches feststellen, doch soll das

Digitized by Google

beim Abklopfen mit einem Hammer an den Anbruchstellen mehr oder minder stark hervorquellende Öl einigermafsen auf den Umfang der Anbrüche bzw. deren Tiefe schliefsen lassen. Die Anbrüche traten auf beiden Seiten der Nabe, oder auch nur auf einer Seite auf. Sie wurden auf zu schwache Ausmafse früherer Radsatzachsen zurückgeführt. Dr. Saller.

Der Aufsatz „Rissebildungen bei russischen Wagenachsen", in Heft 19 des Organ, erinnert mich an einen gleichen Fall, der bei Tenderachsen der badischen Eisenbahnverwaltung 1902 eingetreten war.

Damals fiel aus einer Achse eines dreiachsigen Lokomotivtenders während der Fahrt das zwischen den Radnaben befindliche Achsenstück herab. Ein Unfall am Zuge kam nicht vor. Das Achsenstück war auf beiden Seiten glatt abgebrochen, hatte sich noch in den beiden Endstummeln etwas verdreht und verdrückt und fiel dann zwischen den Schienen herab. Dieser Vorfall gab nun Veranlassung, die Achsen der dreiachsigen Tender nachzusehen und nach dem Grund des plötzlichen Bruchs zu forschen. Die dreiachsigen Tender waren hoch mit Kohlen beladen worden. Man nahm deshalb eine Überlastung der hinteren Achse an und gestattete die Kohlenbeladung nur noch bis zu einer bestimmten Höhe. Es wurden dann etwa 20 der Tenderachsen aus den Rädern herausgeprefst. An der Stelle, wo die Nabe auf der Achse festlag, zeigte sich an beiden Enden eine feine um die Achse herumgehende Einkerbung. Am inneren Ende war die Einkerbung etwas stärker. Sie drang von aufsen gesehen nur ganz wenig in das Innere der Achse ein. Eine der ausgebauten Achsen wurde in der Hauptwerkstätte Karlsruhe unter den Fallbär genommen. Beim ersten Schlag brach das Achsenstück zwischen den inneren Einkerbungen ab.

Der Bruch zeigte tadellosen Baustoff. Die Einkerbungen erwiesen sich an der Bruchstelle aber tiefer, als man vorher von aufsen beobachtet hatte. Bei einer zweiten Achse hatte man die Einkerbungen weggefeilt. Unter dem Fallbär brach diese nicht. Trotzdem wollte niemand die Verantwortung für die Weiterverwendung der übrigen Achsen, wenn die Einkerbungen abgeschliffen wurden, übernehmen. Sie wurden zu anderen Zwecken verwendet; an ihrer Stelle wurden neue Achsen beschafft.

Die Naben der auf die neuen Achsen gesetzten Räder wurden auf der äufseren und inneren Seite abgefast und abgerundet. Nachdem diese Achsen längere Zeit in Betrieb waren, wurde eine Achse wieder aus den Rädern herausgeprefst. Es zeigten sich die Einkerbungen nicht mehr. Die Einkerbungen waren also nur auf die dynamischen Einwirkungen zurückzuführen.

Der Druck des Spurkranzes gegen die Schienen in Bögen, Weichen und auch auf geraden Strecken, infolge der Schlingerbewegungen erzeugt mit dem Hebelarm des Radhalbmessers ein starkes Biegemoment. Den Seitendruck am Spurkranz kann man, nach Versuchen und wie Reulaux schon angab, zu 0,4 der Radbelastung annehmen.

Das Biegemoment ist an dem inneren Sitz der Radnabe am gröfsten und drückt hier, wenn die Radnabe nicht abgerundet, sondern scharfkantig ist, mit grofser Kraft das Material der Achse zusammen. Infolge der senkrechten Stöfse, zusammen mit dem Biegemoment, reifst die äufsere Schicht an der Achse an der Innenfläche der Radnabe bis zu einer bestimmten Tiefe.

Die Einkerbungen, Risse und Achsbrüche lassen sich verhüten, wenn man die Kanten der Radnabensitze abrundet. Diese Abrundung an den Radnabensitzen wurde von dieser Zeit an bei allen Lokomotiv-, Tender- und Wagenachsen durchgeführt mit dem Erfolg, dafs sich keine Einkerbungen mehr zeigten.

Oberregierungsbaurat z. D. F. Zimmermann, Heidelberg.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Erwiderung auf den Aufsatz »Einheitshemmschuh« in Heft 9, 1925.

In Heft 9 des Organs, Jahrgang 1925, ist ein Aufsatz „Einheitshemmschuh" erschienen, den wir als älteste Firma, die sich mit der Herstellung von Bremsschuhen seit mehr als 30 Jahren befafst, nicht unbesprochen lassen dürfen. Der Herr Verfasser gibt als Ursache für die beim Rangierbetrieb entstandenen Schäden an, dafs in jedem Falle der Hemmschuh und seine Handhabung Schuld wäre. Er vergifst zu sagen, dafs dem armen Hemmschuh, der sich nicht verteidigen kann, sehr oft auch dann die Schuld beigemessen wird, wenn er gar nicht auf der Schiene gelegen hat. Jeder Eisenbahnbeamte, der im Rangierbetrieb tätig gewesen ist, weifs dies zur Genüge. — Es werden dann Richtlinien für die Formgebung eines sogenannten Einheitshemmschuhes aufgestellt und es wird verlangt, dafs sämtliche Hemmschuhe unter einer Hemmschuh-Lehre nachgeprüft werden. Etwaige Entgleisungen, oder dadurch entstandene Beschädigungen schiebt der Herr Verfasser den Hemmschuhen in die Schuhe, die diesen Bedingungen scheinbar nicht entsprochen haben, dabei wird vergessen, dafs wohl unter Tausenden von Bremsungen keine der anderen gleicht, da bei jeder Bremsung andere Voraussetzungen zu Tage treten. Es sei hier lediglich an gut und schlecht liegendes Gleis, an trockene und nasse Schienen, an windstille und stürmische Tage, an leere und beladene Wagen, an Schnelläufer und sogenannte Schwerläufer, an abgefahrene und neue Schienen, an ausgefahrene und neue Radbandagen, an Gleise in der Geraden und Gleise in der Kurve, an Frost und Hitze, an gute und schlechte Behandlung der Hemmschuhe erinnert. Alle diese Verschiedenheiten wirken selbstverständlich auf die Bremsung durch den Hemmschuh.

Die für die Bauart der Einzelteile mitgeteilten Überlegungen kann ich teilweise nicht als richtig anerkennen, es ist längst erwiesen und absolut nicht durch den Einheitshemmschuh widerlegt, dafs Hemmschuhe mit durchgehender Sohle am vorteilhaftesten sind, da in der Teilung der Sohle, auch bei vorsichtigster Nietung, durch die dauernden Stöfse und Verzerrungen Lockerung der Niete eintreten mufs. Zwar erleichtert die Trennung von Sohle und Spitze die Wiederherstellung. Zu behaupten, dafs gegen die durchgehende Sohle die vielfach beobachteten Windungen sprechen, halte ich geradezu für widersinnig; oder glaubt der Herr Verfasser, dafs eine Sohle, die in der Mitte geteilt ist, und wie der Einheitshemmschuh nur einen geringen Querschnitt in der Teilung aufweist, widerstandsfähiger ist, als eine Sohle, die aus einem Stück hergestellt ist. Die in Abb. 2 gebrachten Bilder können auch einem Laien nicht klar machen, dafs an den Verwindungen die aus einem Stück bestehende Sohle Schuld trägt. Hier handelt es sich einfach um Verunglückungen des Hemmschuhs im Herzstück oder in der Weiche. Oder kann der sogenannte Einheitshemmschuh nicht in ein Herzstück geraten, weil seine Sohle in der Mitte geteilt ist? Und würde diese geteilte Sohle den enormen Beanspruchungen, denen der Hemmschuh beim Geraten in ein Herzstück ausgesetzt ist, etwa standhalten? Die in Abb. 5 und 6 gebrachten Beschädigungen liegen nicht in der Form des Hemmschuhs, sondern an dem Zustand der Gleisbremse; ob an der Konstruktion oder der Abnutzung der Gleisbremse, soll hier unerörtert bleiben. Auch die in Abb. 8 und 9 gebrachten Beschädigungen als Kennzeichen der bisherigen Konstruktionen hinzustellen, verdienen zurückgewiesen zu werden, da schliefslich auch der beste Hemmschuh durch die andauernden Stöfse in Bruch gehen mufs. Und nun zum sogenannten Einheitshemmschuh. Der oberflächliche Beobachter wird kaum einen Unterschied zwischen unseren bisherigen Bremsschuhen und dem Einheitshemmschuh herausfinden, und so ist es auch. Der Einheitshemmschuh ist nur eine Nachbildung unseres seit langen Jahren im Eisenbahnbetriebe verwendeten Hemmschuhs mit geringen Abänderungen, die vielfach nur in der Verstärkung der Wände bestehen. Für die Bremsbacke wird eine 15 mm starke Abnutzungsplatte vorgeschrieben, die aber nach Abnutzung von 10 mm weggeworfen werden soll. Welche Verschwendung! Für die Befestigung des Griffes wird ein Splint vorgesehen, während es sich gezeigt hat, dafs noch nicht einmal ein 7 mm Stahlstift genügt. Die Resultate mit dem Einheitshemmschuh sollen durch die fast belanglosen Abänderungen so hervorragende gewesen sein, wie bisher bei den üblichen Hemmschuhen nicht beobachtet worden sind. Wir möchten das bezweifeln, da eingehende Versuche nach unseren Erfahrungen mindestens ein halbes Jahr dauern müssen, und es müfsten Aufschreibungen gemacht werden, bei denen jeder Meter Bremsweg gemessen wird. Auf Seite 211 wird dann behauptet, dafs nur ein Bremsschuh mit den sogenannten Richtlinien brauchbar wäre. Ich bezweifle, dafs die recht kurzen Erfahrungen mit dem Einheitshemmschuh dazu genügen, um derartige Behauptungen aufzustellen. Aufserordentlich interessant ist im letzten Absatz des Aufsatzes zu lesen, wieviel Geld gespart würde, wenn der unserem normalen Bremsschuh nachgebildete Einheitshemmschuh überall Verwendung fände. Für die Richtigkeit dieser Berechnung auch nur den Schatten eines Beweises zu erbringen, wird dem Herrn Verfasser nach meiner

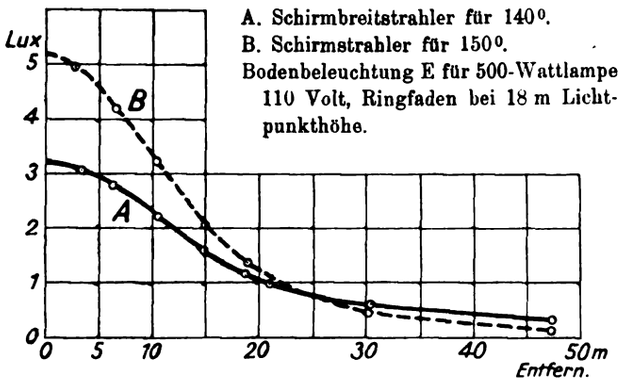
Digitized by Google

Meinung sehr schwer fallen. Die tatsächlichen Resultate der Versuche mit dem Einheitshemmschuh haben in allen Punkten das erwiesen, was oben ausgeführt ist.

Carl Ernst Susemihl, Direktor der Fabrik für Eisenbahnbedarf H. Büssing & Sohn G. m. b. H., Braunschweig.

Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung.

Im Heft 14 vom 30. 7. 25 des „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" ist von Herrn Betr. Ing. F. Amling, Frankfurt a. M. eine Abhandlung „Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung" enthalten, die nach dem heutigen Stande der Technik einer Ergänzung bedarf.



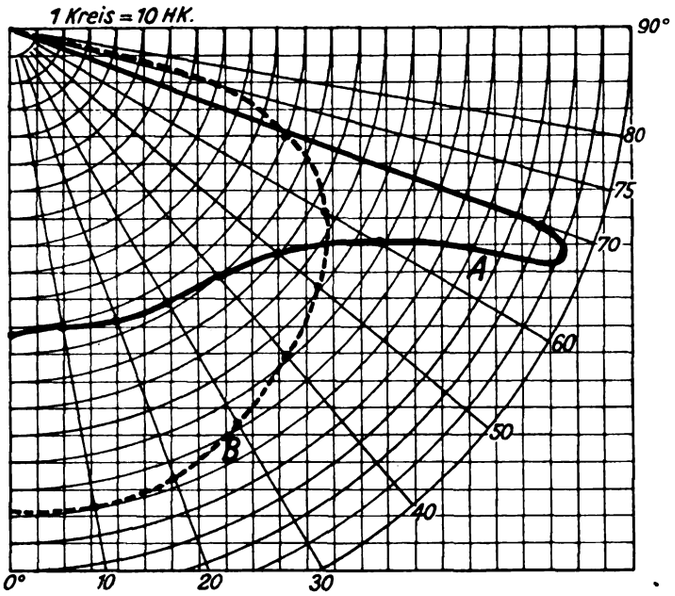
A. Schirmbreitstrahler für 140°.
B. Schirmstrahler für 150°.
Bodenbeleuchtung E für 500-Wattlampe 110 Volt, Ringfaden bei 18 m Lichtpunkthöhe.

Winkel	m	E_A	E_B
0	0	3,2 L_x	5,2 L_x
10	3,2	3,1	4,9
20	6,5	2,8	4,2
30	10,4	2,2	3,3
40	15,1	1,6	2,1
50	21,4	0,99	1,1
60	31,2	0,57	0,5
70	49,5	0,25	0,13
75	67,2	—	0,03

Abb. 1.

Winkel	HK A	HK B
0	112	180
10	113	180
20	115	178
30	118	170
40	122	162
50	130	150
60	160	135
70	220	110
80	7	10

Lichtströme A. 640 Lm
B. 640 Lm



A. Kaudem-Schirmbreitstrahler für 140° Strahlung.
B. Kaudem-Schirmstrahler für 150° Strahlung.
Abb. 2.

Herr Amling führt richtig aus, dafs die Gleisbeleuchtung auf einem Bahnhofe mit Rücksicht auf Betriebssicherheit blendungsfrei sein mufs und empfiehlt die restlose Einführung neuzeitlicher, blendungsfreier Leuchten und zwar der sogenannten Tiefstrahler oder Schirmstrahler, deren Strahlenwinkel zwischen 120 und 160° liegt. Es wird zugegeben, dafs beim Verfassen der Abhandlung der Tiefstrahler die geeignetste Leuchte für Gleisbeleuchtung war. Neuerdings ist aber ein blendungsfreier Breitstrahler, der Kandem Schirmbreitstrahler oder Katopter auf den Markt gebracht worden, welcher die Vorzüge des Tiefstrahlers, nämlich keine Blendung, besitzt, ohne dessen Nachteile zu haben.

In besonderen Fällen ist es wohl erwünscht, dafs ein Gegenstand oder eine Stelle besonders stark beleuchtet wird; hierfür ist natürlich ein Tiefstrahler mit spitzem Lichtkegel am Platze. Anders jedoch bei der allgemeinen Platz- oder Gleisbeleuchtung auf Verschiebebahnhöfen und dergleichen. Hier ist es vorteilhaft, dafs diese möglichst gleichmäfsig ist und für solche Fälle ist der Schirmbreitstrahler die richtige Leuchte. Der Strahlungswinkel läfst sich ohne wesentliche Beeinflussung der Lichtausbeute zwischen 120 und 150° verstellen. In den beifolgenden Abbildungen sind die Lichtverteilungskurven eines Schirmbreitstrahlers von 140° (Kurve A) und eines Tiefstrahlers von 150° Strahlungswinkel (Kurve B) aufgezeichnet. Die Bodenbeleuchtung ist für 18 m Lichtpunkthöhe errechnet und ist bei einem Lampenabstand von 90 m bei Leuchte A in der Mitte etwa doppelt so stark als bei Leuchte B. Es ist daraus ohne weiteres zu ersehen, dafs die Bodenbeleuchtung durch die Leuchte A bedeutend gleichmäfsiger ausfällt, als durch die Leuchte B. Der Ungleichförmigkeitsgrad ist bei Leuchte A = 1 : 12, bei Leuchte B = 1 : 40.

Die Behauptung des Herrn Amling, dafs ein Schirmstrahler für 120° Strahlung eine um rund 100% bessere Bodenbeleuchtung ergibt, als breitstrahlende Leuchten ist nur für einen Punkt unter der Lampe richtig. Für einen Punkt, der 40 bis 50 m von der Lampe entfernt liegt, ist das Verhältnis gerade umgekehrt, d. h. der Schirmbreitstrahler gibt eine um 100% bessere Bodenbeleuchtung, als der Tiefstrahler. Da man nun die Stärke der Lampen bei der Projektierung der Beleuchtungsanlage für einen Verschiebebahnhof, Bahnhofsvorplatz oder eine Bahnhofshalle nicht nach der hellsten, sondern nach der dunkelsten Stelle, die noch den Anforderungen genügen mufs, bemessen wird, so ist ohne weiteres klar, dafs der blendungsfreie Schirmbreitstrahler in jeder Beziehung für solche Fälle der bessere und billigere Beleuchtungskörper ist.

Günther, Reichsbahn-Amtmann.

Verschiedenes.

Am 7. Januar 1926 ist bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die Telephonie vom fahrenden Zuge aus zur Einführung gelangt.

Zunächst wird der Zugfunk auf der Strecke Berlin—Hamburg in den FD-Zügen 23/24 dem Publikum zur Verfügung stehen.

Für die Einrichtung und Betreibung eines Nachrichtenverkehrs mit fahrenden Eisenbahnzügen (Zugfunkdienst) hat die Deutsche Reichspost im Einverständnis mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft der Zugtelephonie-Aktiengesellschaft die Berechtigung erteilt. Diese Gesellschaft wird im Zusammenarbeiten mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und der Deutschen Reichspost nach und nach in den D-Zügen der Hauptverkehrsstrecken Deutschlands Zugfunkanlagen einrichten. Die Reichsbahn-Gesellschaft wie die Reichspost sind bestrebt, die Entwicklung dieser neuen technischen Errungenschaft aufs kräftigste zu fördern.

Begonnen wird mit der Strecke Berlin—Hamburg. Jedermann hat, wie bei den Telegraphen- und Fernsprechanlagen der Deutschen Reichspost, das Recht, gegen Entrichtung der festgesetzten Gebühren die Beförderung von Nachrichten zum und vom Zuge zu verlangen, sofern die aufzuliefernden Nachrichten den von der Deutschen Reichspost hierüber erlassenen Bestimmungen entsprechen.

Damit ist auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik, auf dem unser rasch pulsierendes Wirtschaftsleben so weitgehende Anforderungen stellt, ein bedeutsamer Fortschritt zu verzeichnen.

Berichtigung.

Wir werden von der J. G. Farbenindustrie A. G., Frankfurt a. M. darauf aufmerksam gemacht, dafs es in dem Bericht über die Entkrautung von Eisenbahngleisen in Heft 22 des Jahrgangs 1925, S. 496 statt „Soda" (kohlensaures Natron) „Natriumchlorat" (chlorsaures Natron) heifsen mufs. Es wird nach der Quelle (Rev. gen. d. chem. de fer, 1925, Heft 1) in einer Lösung von 250 g auf 1 l Wasser verwendet. Infolge dieser starken Lösung ist der Verbrauch auf 1 km Gleislänge nur 230 bis 320 l. Die Schriftleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

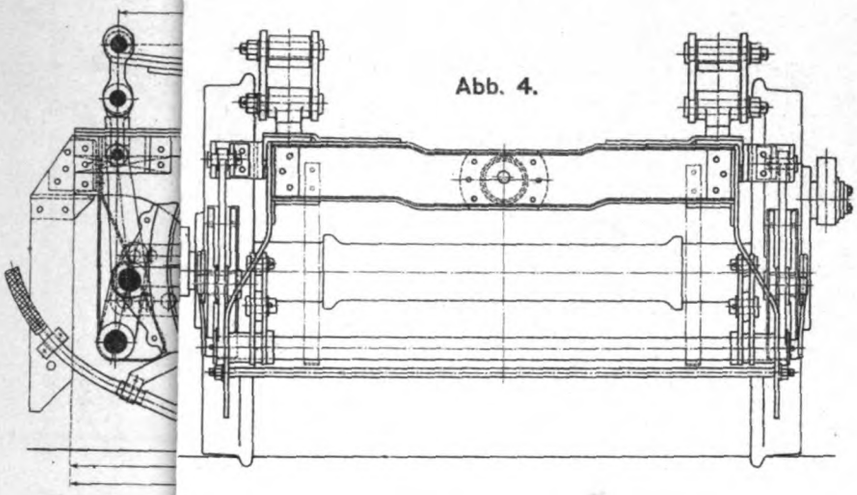


Abb. 4.

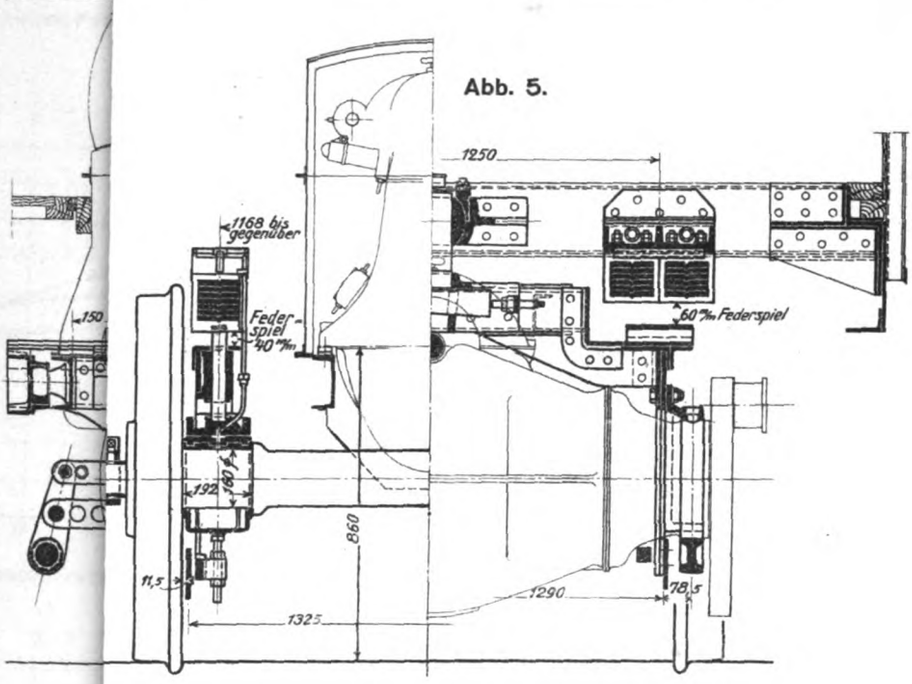


Abb. 5.

Abb. 1 bis 5. Zum Aufsatz:
Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

Maschinendrehgestell des „Eva-Maybach"-Triebwagens.

Maßstab 1:20.

Digitized by Google

C. W. Kreidel's Verlag, München

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

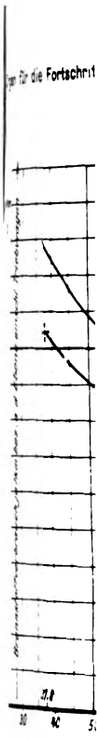


Abb. 2. E

Abb. 3. Br

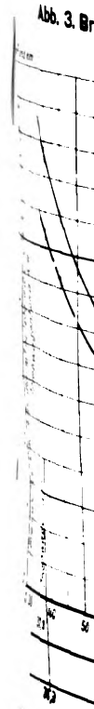


Abb. 6.

Digitized by Google

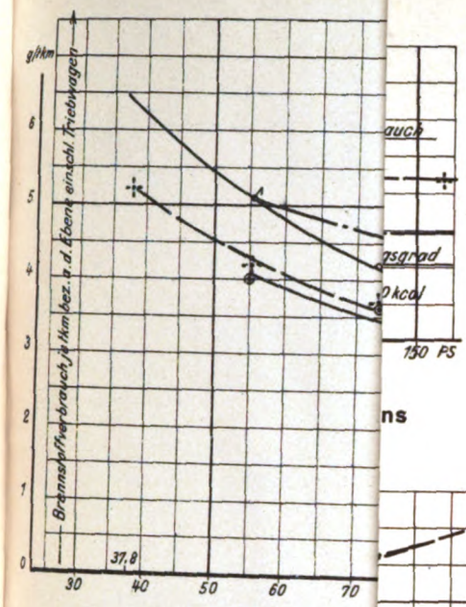


Abb. 2. Brennstoffverbr

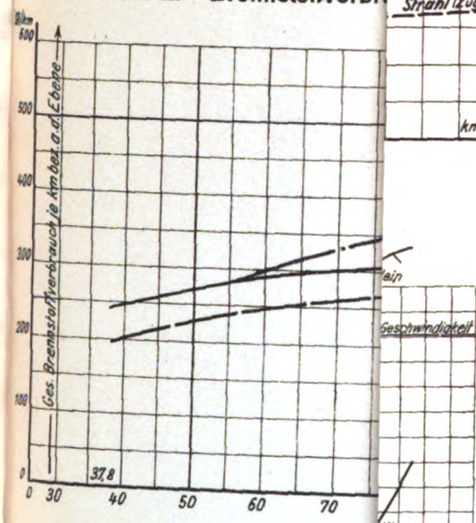


Abb. 3. Brennstoffverbrau

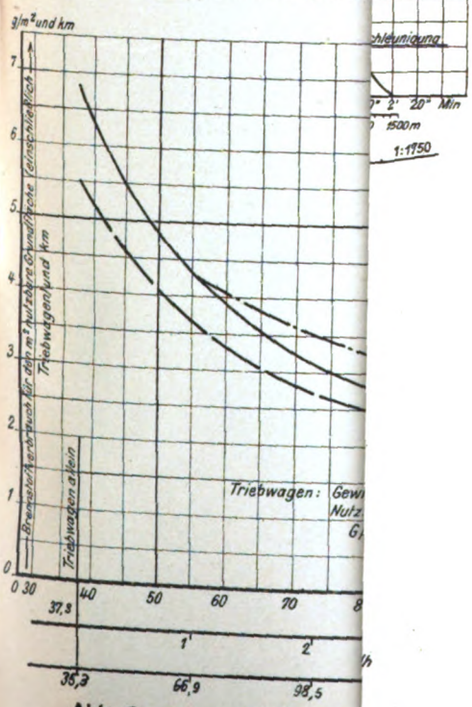


Abb. 6. Brennstoffverbrau

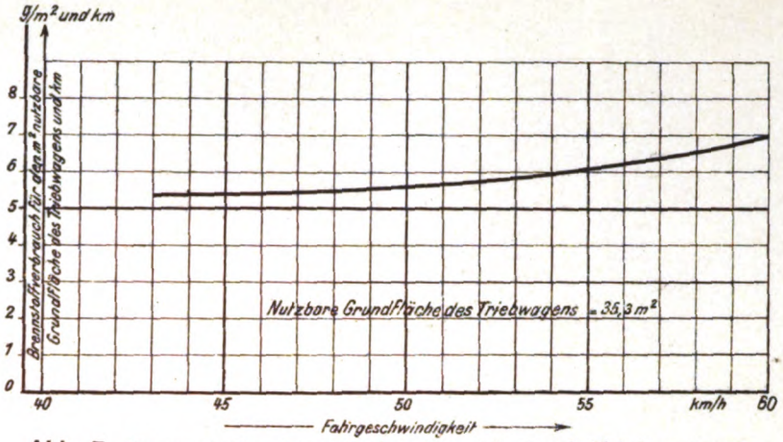


Abb. 5. Brennstoffverbrauch des Eva-Maybach-Triebwagens für den geleisteten Nutzflächen-Kilometer ohne Anhängelast.

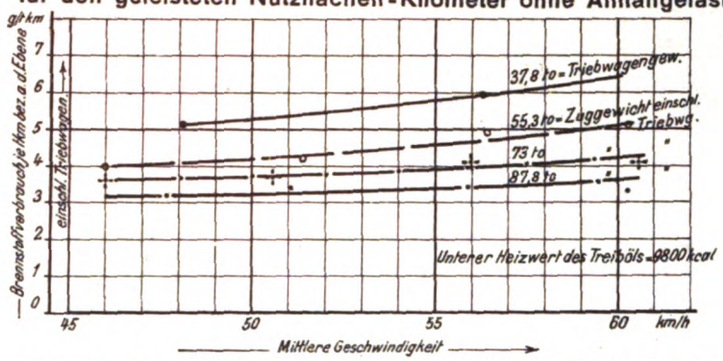


Abb. 1. Brennstoffverbrauch des Eva-Maybach-Triebwagens für den tkm in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

Abb. 1 bis 9. Zum Aufsatz: Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

C. W. Kreidel's Verlag. München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 15. Februar 1926 Heft 3

Wirtschaftliche Zugförderung.

Von Oberregierungsbaurat Wilh. Weber in Coblenz.

Durch die Abhandlung des Herrn Dr. Ing. W. Müller, jetzt Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden, über wirtschaftliche Zugförderung (Verkehrstechnische Woche 1922, Hefte 26 bis 28) wurde die Aufmerksamkeit auf ein äufserst wichtiges, bisher vernachlässigtes Gebiet des Eisenbahnwesens gelenkt. Müller vergleicht hinsichtlich der Beförderungskosten für Güterzüge die beiden Eisenbahnlinien, welche die Knotenpunkte Hanau am Main und Eberbach am Neckar verbinden. Die kürzere, 88 km lang, durchzieht den Odenwald mit Steigungen bis 1 : 70 und 282 m verlorene Steigung. Die längere Linie umfährt das Gebirge über Frankfurt a. M.—Darmstadt—Heidelberg; sie ist 141 km lang, hat Steigungen bis höchstens 1 : 160 und nur etwa 80 m verlorener Steigung. Müller berechnet, dafs die Kosten der Beförderung von Güterzügen auf der längeren Linie, trotz eines Umweges von 60%, noch fast 50% geringer sind als bei der Beförderung über die Gebirgsbahn.

Der Reichsverkehrsminister der DRB. hat in einem Erlasse vom Juli 1922 *) diese Untersuchungen zur Lösung folgender Aufgaben empfohlen:

1. Ermittlung der für die Zugförderung günstigsten Linienführung einer Neubaustrecke;
2. Bestimmung des wirtschaftlichsten Leitungsweges der Güterzüge;
3. Beurteilung der voraussichtlichen Wirkungen neuer Mafsnahmen bezüglich der Bespannung, der Fahrplan- und der Zugbildung.

Wenn hiernach das deutsche Eisenbahnnetz durchforscht wird nach Fällen ähnlich dem von Müller gewählten Beispiel, so kommt man zu dem Ergebnis, dafs zahlreiche wichtige Verbindungen betrieblich sehr ungünstig sind und dafs sehr bedeutende Verbesserungen durch Einschaltung von Neubaulinien erzielt werden können. Solche Möglichkeiten ausfindig zu machen ordnet der erste Punkt des Erlasses an. Bevor Beispiele dieser Art vorgeführt werden, sollen kurz zwei Fälle behandelt werden, deren Untersuchung nach dem zweiten und dem mit ihm im Zusammenhang stehenden dritten Punkte des Erlasses vorzunehmen ist. Sie beziehen sich auf das bestehende Eisenbahnnetz.

Der über die Knotenpunkte Troisdorf und Wetzlar zu leitende Güterverkehr benutzt die Strecke über Betzdorf—Dillenburg, 133,5 km lang, mit Steigungen bis 1 : 78 und 271 m verlorener Steigung. Die Umfahrungsbahn über Niederlahnstein—Limburg ist 174,6 km lang, hat Steigungen bis 1 : 200 (von zwei kurzen, etwas steileren Rampen abgesehen) und nur etwa 30 m verlorene Steigung. Der Betriebskostenunterschied zugunsten der Flachlandbahn ist voraussichtlich noch gröfser als bei der Odenwaldumfahrungsbahn. Diese Erkenntnis ist aber praktisch ohne Bedeutung, weil der Verkehr infolge Überlastung der Rheinlinie nicht über Niederlahnstein geleitet werden kann. Aus dem gleichen Grunde wird auch die Odenwaldbahn trotz der betrieblichen Mehrkosten für die Güterleitung beibehalten werden müssen, da der Weg über Frankfurt—Darmstadt überlastet ist. Anders dürfte die Sache im zweiten Fall liegen. Er betrifft die Strecke München—Lindau. Die alte bayrische Hauptbahnverbindung ist 220,8 km lang. Sie durchzieht in äufserst ungünstiger Führung das Allgäu über Kempten—Immenstadt mit 420 m verlorener Steigung und einer Höchststeigung 1 : 100, die auf sehr langen Strecken vorkommt. Benutzt man dagegen zwischen Buchloe und Hergatz die durch Württemberg führenden Nebenlinien über Memmingen—Leutkirch—Kisslegg nach Hergatz, so ergibt sich bei einer Abkürzung der Verbindung München—Lindau um 22,6 km eine verlorene Steigung von nur 244 m, während die gleiche Höchststeigung 1 : 100 in erheblich geringerer Länge vorkommt. Dabei sind die Nebenlinien besser trassiert als die Hauptbahn und können, falls der Oberbau ausreicht, ohne weiteres hauptbahnmäfsig betrieben werden. Durch Neubaulinien ist wahrscheinlich eine noch bessere Verbindung München—Lindau zu erzielen.

Wichtiger, aber auch schwieriger sind die nach dem ersten Punkt des Erlasses zu lösenden Aufgaben: Betriebsverbesserungen durch Neubaulinien. Wenn die flachere Umfahrungsbahn sogar trotz eines bedeutenden Umweges noch grofse Betriebskostenersparnisse ermöglicht, so fragt man sich, wie hoch sich diese Ersparnisse erst dann gestalten, wenn die flachere Bahn noch kürzer als die steilere Gebirgsbahn ist. Solcher Fälle gibt es zahlreiche, nur dafs die flachere und kürzere Bahn eben noch nicht vorhanden ist. Die folgenden Beispiele beziehen sich alle auf Hauptbahnen mit bedeutendem Durchgangsgüterverkehr, denn solcher ist nötig, wenn die Betriebskostenersparnisse für die wirtschaftliche Begründung neuer Bahnen erheblich in die Wagschale fallen sollen. Daneben kommen hierfür in Betracht der örtliche Aufschlufs und der Mehrverkehr infolge der Entfernungskürzungen und besseren Verbindungen.

Die Hauptbahn Ulm—Immendingen verfolgt erst von Dettingen ab das Tal der Donau. Die 36,8 km lange Strecke Ulm—Dettingen führt abseits über Schelklingen mit 48 m verlorener Steigung und Steigungen 1 : 150. Durch Bau der Donaubahn kann die verlorene Steigung beseitigt, eine Streckenkürzung von 10,6 km und ein Steigungsverhältnis von etwa 1 : 1000 erzielt werden.

Die Hauptbahn Stuttgart—Horb verläfst bei Nürtingen das Neckartal, biegt mit Steigungen bis 1 : 96 über Reutlingen aus, um alsdann mit 83 m verlorener Steigung zum Neckartale bei Lustnau wieder herabzusteigen. Die fehlende 23,7 km lange Talstrecke Nürtingen—Lustnau ergibt eine 9,6 km kürzere Verbindung ohne verlorene Steigung und einem Steigungsverhältnis von etwa 1 : 600.

Ähnlich liegt die Sache bei der Strecke Riegel—Krozingen der badischen Rheinlinie Heidelberg—Basel. Die bestehende Bahn biegt östlich über Freiburg aus, wobei die stärkste Steigung der ganzen Rheinlinie mit 1 : 170 vorkommt, dazu 38 m verlorene Steigung. Die kürzeste Verbindung Riegel—Krozingen ist mit Steigung 1 : 600 durchführbar; sie kürzt die durchgehende Verbindung um 7 km ab und hat keine verlorene Steigung.

Die Oberrheinbahn Basel—Konstanz, im allgemeinen flach geführt, hat eine ungünstige Teilstrecke bei Schaffhausen. Infolge Ausbiegung in ein Seitental des Rheines erreicht die Bahn in der Enge bei Schaffhausen einen Höchstpunkt, um alsdann mit 34 m verlorener Steigung 1 : 62 nach Schaffhausen

*) Reichsverkehrsblatt Nr. 31 vom 25. Juli 1922.

Digitized by Google

zu fallen. Im Zusammenhange mit der dringend notwendigen Umgestaltung der Bahnanlagen bei Schaffhausen kann die verlorene Steigung beseitigt; eine Streckenkürzung von 2,8 km und eine Höchststeigung 1 : 200 erzielt werden. Gleichzeitig ergibt sich eine entsprechende Verbesserung der Verbindung mit Zürich. Ebenfalls im Zusammenhange hiermit steht die durch die Hegaubahnpläne schon lange erstrebte Verbesserung des Verkehrs der Schweiz mit Süd-, Mittel- und Ostdeutschland. Die heutige Verbindung Schaffhausen—Möhringen (bei Tuttlingen) über Singen—Immendingen ist 56,3 km lang, hat 81 m verlorene Steigung und Steigungen 1 : 60, dazu zwei Kopfbahnhöfe in Singen und Immendingen. Die Hegaubahn kürzt 13,6 km ab, beseitigt die verlorene Steigung nebst den zwei Kopfbahnhöfen und kann mit Höchststeigung 1 : 150 durchgeführt werden.

Weitere Fälle ergeben sich im Anschlufs an einen ausländischen Eisenbahnplan, die neue Alpenlinie Chur—Chiavenna—Como (Mailand) mit Durchtunnelung des Splügenpasses (Splügenbahn). Der Plan ist über 90 Jahre alt; er wurde lange vor dem Gotthardplane erwogen, der erst 1852 zum ersten Male erwähnt wird, schliefslich aber den Sieg davontrug. Mit der Ausführung der Splügenbahn ist zu rechnen, wenn auch nicht gerade schon in kurzer Zeit, denn die Ostschweiz hat bindende Zusicherungen erhalten, als die erste Alpenüberschienung in der Schweiz zugunsten der Gotthardlinie entschieden wurde. Die Splügenbahn wird infolge besserer Steigungsverhältnisse, höchstens 1 : 67,66, vielleicht sogar 1 : 100 gegen 1 : 38, die Gotthardbahn an betrieblicher Leistungsfähigkeit bedeutend übertreffen, zumal auch die verlorene Steigung mehrere hundert Meter geringer wird. Dabei ergeben sich im Verkehr zwischen Italien und dem weitaus gröfsten Teile Deutschlands grofse Abkürzungen; infolgedessen wird der hauptsächlichste Verkehr zwischen beiden Ländern auf die Splügenbahn übergehen, indem er vom Gotthard und vom Brenner abgelenkt wird. Die Splügenbahn ist also auch ein Beispiel, und zwar ein sehr hervorragendes, für Fälle der behandelten Art. Sie wird auch eine viel bessere Verbindung zwischen Deutschland und Italien herstellen als die neuerdings wieder lebhaft betriebene Linie über den Fernpafs und den Ortlerpafs (Fern-Ortlerbahn) ein übrigens schon alter Wettbewerbsplan gegen die Splügenbahn.

Nach Herstellung der Splügenbahn wird Lindau das wichtigste Einfalltor für den Verkehr von Italien nach Deutschland werden, daneben etwa auch Konstanz. Drei Hauptlinien strahlen von Lindau aus, die mit ihren Fortsetzungen und Verzweigungen den Verkehr über Deutschland verteilen. Die erste ist die bereits erwähnte Linie Lindau—München für den Verkehr mit Südbayern. Die zweite Linie führt über Ulm; sie bedient grofse Teile Süddeutschlands, ferner über Bamberg das mittlere, östliche und nördliche Deutschland nebst dem nördlichen Auslande. Ohne auf Verbesserungsmöglichkeiten zwischen Ulm und Bamberg einzugehen, sollen nur einige der von Bamberg nördlich weiterführenden Linien behandelt werden.

Zwischen Bamberg und Leipzig bestehen drei Hauptbahnverbindungen, sämtlich mit Höchststeigung 1 : 40. Die älteste über Hof mit 297,9 km Länge und 625 m verlorener Steigung ist die ungünstigste. Die Linie über Probstzella—Saalfeld—Gera—Zeitz mit 259,9 km Länge hat 575 m verlorene Steigung. Die Linie über Probstzella—Saalfeld—Naumburg mit 259,8 km Länge hat 412 m verlorene Steigung. Es ist eine neue Verbindung möglich über Coburg—Schwarza mit Höchststeigung 1 : 100, einer Länge von 250,1 km, also 9,7 km kürzer als die beste der heutigen, und nur 361 m verlorener Steigung. Diese bedeutende betriebliche Verbesserung macht sich auch geltend im Verkehr mit Halle, Magdeburg, Berlin und dem ganzen östlichen Deutschland.

Noch bedeutender ist der Gewinn, der im Verkehr mit Norddeutschland, namentlich Bremen und Hamburg durch neue Linien erzielt werden kann. Hier ist der von der Natur gewiesene Weg durch die Täler der Werra und Weser vom Eisenbahnbau garnicht ausgenutzt worden.

Schon die Verbindung des Maintales bei Bamberg mit dem Werratale bei Meiningen ist ungünstig; bei einer Länge von 122,2 km und einer Höchststeigung 1 : 100 sind 282 m verlorene Steigung vorhanden. Eine neue Linie kürzt 23,4 km ab (98,8 km), gestattet eine Höchststeigung 1 : 200 und hat nur 62 m verlorene Steigung.

Die Strecke von Meiningen bis zum Knotenpunkte Wartha im Werratale an der Hauptbahn Bebra—Eisenach weist bei einer Länge von 71,0 km und einer Höchststeigung 1 : 50 eine verlorene Steigung von 119 m auf. Sie kann ersetzt werden durch eine 9,9 km kürzere Linie (61,1 km) ohne verlorene Steigung und mit Höchststeigung 1 : 200.

Von Wartha nach Hannoversch-Münden an der Vereinigung von Werra und Fulda zur Weser führt die heutige 117,3 km lange Verbindung über Bebra—Cassel mit 180 m verlorener Steigung und Höchststeigung 1 : 80. Eine neue Hauptbahn im Werratale würde 80,2 km lang, also 37,1 km abkürzen, keine verlorene Steigung aufweisen und mit Höchststeigung 1 : 400 durchführbar sein.

Ebenso fehlt die Wesertalbahn auf die Hälfte der Strecke zwischen den Knotenpunkten Hannoversch-Münden und Holzminden. Durch Bau der Strecke bis Bodenfelde wird eine 63,3 km lange Verbindung hergestellt, welche die jetzige über Göttingen—Kreiensen um 54,3 km abkürzt, deren verlorene Steigung von 305 m fast ganz ausschaltet und statt einer Höchststeigung 1 : 78 eine solche im Verhältnis 1 : 250 aufweist.

Ähnliches gilt für die Verbindung der Knotenpunkte Holzminden und Hameln. Die heutige über Altenbeken, 106,4 km lang, hat 200 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 90; eine neue Verbindung durch das Wesertal wird 41,6 km lang, kürzt also 64,8 km ab, hat keine verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 400.

Der Umweg zwischen Hameln und Bremen über Hannover—Verden kann durch eine kürzeste Linie über Stolzenau für Güterzüge von 169,9 km auf 124,8 km, also um 45,1 km (für Personenzüge um 52,9 km) abgekürzt werden bei gleichzeitiger Ausschaltung von 106 m verlorener Steigung, während die Höchststeigung der neuen Bahn 1 : 400 beträgt gegen 1 : 170 der bestehenden Bahn. Wird die im Bau befindliche Bahn Rotenburg—Verden links der Weser bis zum Anschlusse an die Linie Hameln—Bremen bei Stolzenau fortgesetzt, so entsteht eine neue Verbindung Hamburg—Hameln von 210,1 km Länge, 26,9 km kürzer als die über Hannover und mit 67 m weniger verlorener Steigung (181 m gegen 114 m).

Die Gesamtheit der Teilstrecken ergibt eine neue Verbindung Bamberg—Bremen, welche 69,2 km kürzer als die jetzige Hauptbahnverbindung ist, mit nur 170 m verlorener Steigung gegen 732 m und einer Höchststeigung 1 : 200 statt 1 : 50. Die entsprechende neue Verbindung Bamberg—Hamburg wird 43,2 km kürzer und hat nur 314 m verlorene Steigung gegen 748 m.

Ähnliche Verbesserungen ergeben sich im Verkehr mit den durch die Anschlufslinien erreichten Gegenden in Mittel- und Norddeutschland.

Die dritte Hauptlinie von Lindau führt über Tuttlingen—Horb, weiter einerseits nach Stuttgart (Heilbronn, Würzburg usw.), anderseits über Pforzheim nach Karlsruhe (Pfalz, Saargebiet usw.) und über Heidelberg nach Nordwestdeutschland, den Niederlanden und Belgien. Die heutigen, namentlich in Süddeutschland sehr ungünstigen Strecken können beträchtlich verbessert werden.

Sehr schlecht ist die Teilstreke von Lindau nach Möhringen bei Tuttlingen, besonders ab Friedrichshafen.

Digitized by Google

Die 105,8 km lange Linie Friedrichshafen—Möhringen über Singen—Immendingen hat 127 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 60, dazu einen Kopfbahnhof in Immendingen. Durch eine neue 34,7 km kürzere Linie, welche im oberen Teile mit der früher erwähnten Hegaubahn zusammenfällt, können die verlorene Steigung und der Kopfbahnhof ausgeschaltet und eine Höchststeigung 1 : 150 erzielt werden.

Die Fortsetzung über Horb ist beeinträchtigt durch verlorene Steigung. Sie kann ausgeschaltet und zugleich kann eine Höchststeigung 1 : 150 statt 1 : 100 erzielt werden durch eine Neubaulinie von Balgheim nach Bildechingen bei Horb, welche den Heuberg durchzieht, bei Horb das Neckartal überschreitet und von Bildechingen ab Verbindung mit der Bahn nach Stuttgart bei Eutingen, mit der Bahn nach Pforzheim bei Nagold erhält. Die Kürzung in Richtung Stuttgart beträgt 8,6 km, die ausgeschaltete verlorene Steigung 85 m, die Kürzung in Richtung Pforzheim beträgt 17,5 km, die ausgeschaltete verlorene Steigung 120 m.

Die 78,2 km lange Verbindung Pforzheim—Heidelberg über Mühlacker—Bruchsal kann durch eine 41,3 km lange Neubaulinie Pforzheim—Langenbrücken um 13,2 km abgekürzt werden, mit Ausschaltung von 29 m verlorener Steigung, des Kopfbahnhofes Mühlacker und Höchststeigung 1:150 statt 1 : 89.

Die Strecke Möhringen—Heidelberg, welche durch die behandelten Teilstrecken zusammengesetzt wird, ist bei einer Länge von 191,3 km um 57,5 km kürzer als die heute vom Durchgangsgüterverkehr benutzte Strecke über Offenburg und die badische Schwarzwaldbahn. Dabei hat diese äufserst ungünstige Strecke 178 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 50, gegen 41 m und 1 : 150 der neuen, östlich des Schwarzwaldes verlaufenden Verbindung.

Von den nördlich Heidelberg weiterführenden Linien ist zu erwähnen die Main-Weser-Bahn Frankfurt a. M.—Cassel. Durch eine Linie von Friedberg über Grünberg zur Main-Weserwasserscheide bei Neustadt in Hessen ist eine Abkürzung von 199,8 km auf 172,7 km, also um 27,1 km möglich, bei Ausschaltung von 62 m verlorener Steigung und Höchststeigung 1:200 statt 1 : 133.

Die Fortsetzung Cassel—Hannoversch-Münden, 24,2 km lang mit 20 m verlorener Steigung und Höchststeigung 1 : 80 kann ersetzt werden durch eine 3,4 km kürzere Linie mit Höchststeigung 1 : 400 und ohne verlorene Steigung.

Cassel steht auch mit dem westfälischen Industriegebiet in sehr ungünstiger Verbindung über Warburg—Brilon Wald. Die 103,5 km lange Linie Cassel—Brilon Wald hat 140 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 80. Eine neue 89,1 km lange Linie über Korbach kürzt 22,4 km ab, hat keine verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 200.

Das industriell wichtige Siegerland hat keine Hauptbahnverbindung in östlicher Richtung, also nach dem gröfsten Teile Deutschlands. Der Verkehr von Siegen über Brilon Wald mufs die Nebenbahn Finnentrop—Wennemen benutzen. Die heutige kürzeste Strecke Siegen—Brilon Wald über diese Nebenbahn ist 110,2 km lang, hat 353 m verlorene Steigung und Höchststeigung 1 : 50. Wenn man die Bahnhöfe Welschenennest und Brilon Wald durch eine 64,6 km lange Neubaulinie mit Höchststeigung 1 : 400 verbindet, so ergibt sich eine Abkürzung der Verbindung Siegen—Brilon Wald um 24,1 km bei Ausschaltung der verlorenen Steigung.

Eine 95,3 km lange Fortsetzung von Welschenennest durch das bergische Land nach Köln mit Höchststeigung 1 : 200 und ohne verlorene Steigung kürzt den heutigen Bahnweg über Betzdorf—Troisdorf mit Höchststeigung 1 : 71 um 26,9 km ab. Durch die drei letzten Teilstrecken im Zusammenhange entsteht die beste aller möglichen Verbindungen Köln—Cassel. Sie ist mit 241,0 km Länge 34,6 km kürzer als der heutige Schienenweg über Hagen—Arnsberg—Warburg, hat nur 263 m verlorene Steigung gegen 591 m und Höchststeigung 1 : 200 statt 1 : 72.

Diese Beispiele mögen genügen um zu zeigen, dafs unser Eisenbahnnetz recht unvollkommen und noch lange nicht vollständig ist. Wenn die Reichsbahn in besseren Zeiten in die Lage kommt, wieder Eisenbahnen zu bauen, so ist dringend zu wünschen, dafs alsdann nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten die richtigen und besten Linien ermittelt werden, damit die grofsen Fehler der vergangenen Eisenbahnbaupolitik vermieden werden.

Elektrische Lokomotiven mit lotrechtem Motorantrieb.

Von Dipl.-Ing. **Eugen Th. Homolatsch.**

Hierzu Tafel 4.

Geschichtliches. Der Gedanke, den elektrischen Antriebsmotor auf Lokomotiven senkrecht zu stellen, ist nicht neu und ist meines Wissens zuerst, etwa 1912, seitens der Atéliers de Construction de Jeumont in Nordfrankreich zu verwirklichen versucht worden. Als um 1921 die französischen Eisenbahngesellschaften ernstlich daran gingen, einige ihrer Hauptlinien auf elektrischen Betrieb umzustellen, waren es die Werke der Constructions Electriques de France in Tarbes in Südfrankreich im Verein mit der English Electric Cy., die mit erstaunlichem Mute daran gingen, zwei Lokomotiven mit Stehmotoren*) für die Südbahngesellschaft zu bauen.

Allgemeines über stehende Bahnmotoren. Die Vorzüge des Einzelachsantriebes für elektrische Lokomotiven sollen hier, da als bekannt vorausgesetzt, nicht angeführt werden. Bei den bisherigen Ausführungen ist aber der Schwerpunkt recht tief gelegen, was für schnellfahrende Lokomotiven ungünstig ist. Andererseits ist der Raum für den Motor durch die Zahnräder und die Spurweite in engen Grenzen festgelegt, so dafs die auf eine Treibachse übertragbare Leistung beschränkt bleibt. Dieser Umstand wird besonders dann unangenehm empfunden, wenn es sich um Lokomotiven höherer Geschwindigkeiten handelt, da dann das auf die Treibachse entfallende Reibungsgewicht nur zu Bruchteilen für die Zugkraft ausgenutzt werden kann.

Durch das Senkrechtstellen der Motorachse kann aber der Motor selbst in eine solche Höhe verlegt werden, dafs sein Aufsendurchmesser nur noch durch die Kastenbreite von etwa 3 m beschränkt wird, während seiner Länge (hier die Höhe) in noch weiteren Grenzen kein Halt geboten wird. Es ist einleuchtend, dafs sich unter solchen Raumverhältnissen Motorleistungen von bisher ungeahnter Gröfse auf der Treibachse aufbringen lassen. Andererseits wird durch den hochliegenden Motor der Schwerpunkt gehoben, was wiederum die Querschwingungen verlangsamt und das Fahrzeug für hohe Geschwindigkeiten besonders geeignet macht. Für die weiter unten beschriebene 2-3 A-2 Lokomotive hat die Schwerpunkthöhe das bedeutende Mafs von 1875 mm über Schienenoberkante.

Eine ungünstige Eigenart des Stehmotors ist es allerdings, dafs er kegelförmige Zahnräder bedingt, die neben anderen Nachteilen den für den Elektrobahnfachmann hervorspringendsten haben, dafs aus räumlichen Gründen das Zahnradübersetzungsverhältnis kleiner als sonst gewählt werden mufs. Dies hat aber gerade bei schnellfahrenden Lokomotiven keine Bedeutung

*) Wir gebrauchen für das Wort „Vertikalmotoren" die kurze Bezeichnung „Stehmotor".

Digitized by Google

mehr. Der bei Kegelrädern auftretende Seitendruck wird am besten durch Einwirken zweier Motoren (Zwillingsmotor) auf dieselbe Achse von entgegengesetzten Seiten heraufgehoben.

Schliefslich wäre ein nicht zu unterschätzender Vorteil des im Kasten untergebrachten Motors noch zu erwähnen, nämlich die leichteste Zugänglichkeit zu jeder Zeit, selbst während der Fahrt. Durch die wenig gebundenen Raumverhältnisse kann man sich beim Entwurf des Stehmotors ganz von den gedrängten Bauarten sonstiger Bahnmotoren loslösen und diesen wichtigsten Teil nach den Grundsätzen ortsfester Maschinen mit allen ihren Vorteilen insbesondere für den an Überlastungen so reichen Betrieb entwickeln. Schliefslich wäre die mit einfachsten Mitteln und schnell zu bewerkstelligende Ausbaumöglichkeit des Motors nach oben als Vorteil ins Feld zu führen.

Angaben über die gebauten Lokomotiven. Mit dem Bau der Lokomotiven wurde 1922 begonnen. Anfang 1923 erfolgte die Indienststellung. Sie sind von der Bauart 2-3 A-2 mit drei Einzeltreibachsen, von denen jede mittels eines doppelten Kegelzahnradsatzes von einem Zwillingsmotor angetrieben wird. Im Jahre 1924 sind 8 Lokomotiven der Bauart 2-4 A-2 nach denselben Grundsätzen in Auftrag gegeben worden, nachdem sich die Versuchslokomotiven vollauf bewährt hatten.

Im folgenden seien die Hauptangaben der beiden Bauarten wiedergegeben:

Bauart		2-3 A-2	2-4 A-2
Treibraddurchmesser	mm	1750	1750
Laufraddurchmesser	„	900	900
Drehzapfenentfernung	„	9200	11200
Laufachsabstand	„	2000	2000
Treibachsabstand	„	2000	2000
Abstand zwischen Lauf- und Triebachse	„	1600	1600
Gröfster Achsabstand	„	11200	13200
Kastenlänge	„	13600	15360
Kastenbreite	„	3080	3080
Länge über Puffer	„	14500	16500
Höhe über S. O.	„	3780	3780
Treibachsdruck	t	18	18
Laufachsdruck	„	12	12
Reibungsgewicht	„	54	72
Gesamtgewicht	„	102	120
Anfahrzugkraft = 2 mal Stundenzugkraft	„	12,5	16,6
Stundenleistung je Zwillingsmotor	PS	700	800
Stundenleistung der Lokomotive	„	2100	3200
Nennspannung je Anker	V	500	—
Mittlere Fahrdrahtspannung (Gleichstrom)	„	1500	1500
Stundengeschwindigkeit	km/h	90	100
Höchstgeschwindigkeit	„	130	—

Siehe auch Tafel 4.

Der mechanische Teil. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Abfederung des Kastens gewidmet, um bei allen Geschwindigkeiten einen möglichst ruhigen Lauf zu erzielen, die Triebwerksteile zu schonen und beim Führer das Gefühl der Sicherheit zu erhöhen. Man trachtete möglichst langsame Schwingungen für alle Richtungen zu erzielen, ohne allzu grofse Ausschläge eintreten zu lassen. Um die Schwingungsvorgänge im vorhinein studieren zu können, hat man ein Kastenmodell von $^1/_{20}$ der natürlichen Gröfse und dem $(^1/_{20})^3$fachem Gewichte (und entsprechender Schwerpunktlage auf Federn der 20^3fachen Durchbiegung gestellt.

Die Schwingungsdauer war für das

Auf und Ab (um die senkrechte Achse)	0,45 Sek.
Wanken (um die Längsachse)	0,80 «
Nicken (um die Querachse der Lokomotiven)	0,35 «

Der Antrieb wird auf die Räder durch eine Hohlachse übertragen, die durch Federglieder mit der Treibachse verbunden ist (Franz. Patent Nr. 549.412 von 1922). Das Spiel zwischen den beiden Achsen ist 40 mm. Das Zahnradübersetzungsverhältnis ist 1 : 2,73, das Ritzel aus Chromnickelstahl, hat 22 Zähne, das grofse Rad aus Stahl 60 Zähne. Zur Schmierung wurde ein Ölumlauf vorgesehen. Das Öl wird unter einem Druck von 0,6 at in das Hängelager des Ankers (oben) eingedrückt, durchfliefst dann das obere und untere Motorlager, um schliefslich in den Zahnradschutzkasten zu gelangen. Von hier wird es angesaugt und in ein mit Filtern versehenes Becken von 800 l zurückgeführt. Von den zwei Ölpumpen dient eine zur Aushilfe; aufserdem ist noch eine Handpumpe für Schleppfahrten ohne Strom vorgesehen.

Bezüglich der Belüftung der Motoren ist leicht einzusehen, dafs die Verhältnisse für den Motor mit senkrecht stehender Welle wesentlich günstiger liegen als für jeden anderen Lokomotivmotor. Man hat im beschriebenen Falle Fremdbelüftung gewählt und die Anordnung so getroffen, dafs die Motoren auf eine in Lokomotivmitte längs verlaufende Luftkammer zu stehen kommen, in die zwei voneinander unabhängige Kreiselräder Luft drücken. Die Luft nimmt dann ihren Weg durch Anker und Gehäuse gleichzeitig von unten nach oben und entweicht durch die Dachaufsätze.

Der elektrische Teil. Die Motoren der 2-3 A-2 Lokomotive sind Zwillingsmotoren, die bei Stundenlauf und 2 × 500 Volt 2 × 350 PS bei einer minutlichen Drehzahl von 750 abgeben und sich hierbei um 60° erwärmen, wobei der Feldstrom durch Nebenschlufswiderstände auf 0,6 des Ankerstromes geschwächt ist. Das Hängelager ist als Kugellager ausgebildet und zur Erzielung richtigen Eingriffs des Kegelrädergetriebes verstellbar. Dieses Lager kann auch die senkrecht nach oben gerichteten Kräfte aufnehmen, die beim Anfahren mit gröfster Zugkraft auftreten.

Die Steuerung bildet eine Nockenwalze, welche die Schaltfinger durch Hubscheiben bewegt und durch ein Schneckenrad von einem kleinen Elektromotor (Servomotor) angetrieben wird. Aufserdem sind noch vier Einzelschütze und ein Hauptausschalter, welcher die gröfste vorkommende Lokomotivleistung abzuschalten imstande ist, vorhanden.

Für die Speisung der Nebenbetriebe ist ein Motorgenerator von 15 kW und 1500/120 Volt vorgesehen, wobei Vorsorge getroffen ist, dafs im Bereich der Netzspannungsschwankungen von 1350 bis 1650 Volt die Generatorspannung gleichmäfsig bleibt. Als Anfahrwiderstände dienen Graugufsglieder. Beim Anfahren sind alle sechs Motoranker in Reihe; zur Fahrt mit voller Leistung werden zwei Gruppen zu drei Motorankern in Reihe gebildet.

An Stromabnehmern sind drei Stück aufgebaut, wovon höchstens zwei im Betrieb sind. Jeder einzelne kann mit seinen breiten Doppelschleifstücken 1500 Ampères abnehmen. Die Schleifbügel sind federnd auf Schere (Stromabnehmerpolypon) aufgesetzt und tragen mehrere, leicht auswechselbare Kupferschleifstücke von 4 mm Stärke, die sich nach 12 bis 15 000 km zur Hälfte abnutzen und dann ausgewechselt werden. Bemerkenswert erscheint, dafs die Scherengelenke Kugellager besitzen und dafs sich der Stromabnehmer unter dem Druck seiner Federn allein aufrichtet. Die Niederlegung wird von einem Druckluftkolben bewerkstelligt, wodurch die Zeit zum Niederlegen wesentlich verkürzt wird, was für schnellfahrende Lokomotiven beim Ansichtigwerden von Fahrdrahtbrüchen von Bedeutung ist.

Erfahrungen. Die ersten Lokomotiven sind seit Inbetriebsetzung dauernd im Dienst, ohne dafs Umänderungen vorgenommen werden mufsten und haben vollauf befriedigt. Auf den Strecken, die höhere Geschwindigkeiten zulassen, wurde ohne Schwierigkeit mit 120 km/h gefahren, während mehrere Versuchszüge mit 130 km/h geführt wurden, ohne dafs schädliche oder aufserordentliche Schwingungen auftraten. Nach

Digitized by Google

30000 km Fahrt wurden die Zahnräder genauer untersucht, wobei nur eine geringe, jedenfalls ganz normale Abnutzung festzustellen war. Eine heikle Stelle des Flachmotors ist das obere Lager, doch auch hier hat die angewendete Ausführung vollauf befriedigt. Nach einer Fahrt von 50000 km waren keinerlei Spuren von Öl im Inneren des Motors zu finden.

Unkrautbeseitigung im Eisenbahngleis mit der Jätemaschine Scheuchzer*).

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Saller, Regensburg.

Im vergangenen Jahre hat ein schweizerisches Unkrautbeseitigungsverfahren nach Scheuchzer, das bisher schon in der Schweiz, Frankreich und Italien sich gröfserer Verbreitung erfreute, auch auf einigen süddeutschen Bahnen versuchsweise Anwendung gefunden. Auf Grund sowohl eigener Beobachtungen wie auch namentlich eines mir von befreundeter schwedischer Seite zugekommenen, eingehenden Berichtes, den sich die schwedischen Staatsbahnen durch Abordnung eines ihrer Ingenieure in die Schweiz und gründliche Untersuchung der Maschine und des Verfahrens an Ort und Stelle ausarbeiten liefsen, besteht Gelegenheit, in diesen Blättern gründlicher über die Sache zu berichten.

Es liegt nahe, dafs die Entstehung einer solchen Vorrichtung, wie sie nachstehend beschrieben werden wird, die Überwindung einer langen Reihe von Schwierigkeiten auf dem Wege immer neuer Erfahrungen zur Voraussetzung hatte. Es möchte jedoch auf Einzelheiten der zwischen 1912 und 1922 vorsich gehenden allmählichen Entwicklung der Vorrichtung bis zu ihrer jetzigen Form nicht weiter eingegangen werden. Die ersten Versuche machte A. Scheuchzer, Direktor der Ferrodésherbeuse Scheuchzer A.-G. schon 1912. Jedenfalls scheint die Frage der Unkrautbeseitigung in der Schweiz von vornherein besonders dringend gewesen zu sein, da dort das Unkraut in den Gleisen, obwohl in der Regel nur Schotterbettung vorkommt, besonders kräftig zu gedeihen scheint und da in Schotter die Unkrautbeseitigung von Hand bedeutend langwieriger ist als die gleiche Arbeit etwa in Kiesbettung.

Das Verfahren zielte zunächst darauf ab, das Unkraut aufserhalb der Schwellenenden zu beseitigen, ging dann aber 1916 dazu über, auch das Unkraut zwischen den Schwellen selbst in Angriff zu nehmen. Letzteres bildet die Grundlage für die Scheuchzer patentierten Erfindungen, nämlich für ein Hebelsystem zu selbsttätiger Regelung einer Reihe von Messern oder Stählen, die in der Bettung zwischen den Schwellen arbeiten. Die Anordnung zwischen den Schwellen soll 6 mal, die aufserhalb der Schwellenköpfe 60 mal ihre Form geändert haben, bis der jetzige Stand erreicht wurde. Mitte vorigen Jahres sollen im ganzen vier Scheuchzermaschinen vorhanden gewesen sein, von denen eine in der Schweiz und drei in Frankreich arbeiteten. Es bestanden weiterhin Verhandlungen mit einer Anzahl ausländischer Eisenbahnverwaltungen, darunter Italien und England. Der vorbezeichnete schwedische Bericht bezieht sich auf Beobachtungen der Arbeit einer der Scheuchzervorrichtungen auf ein- und doppelgleisiger Bahn im Rhonetal zwischen Brieg und St. Murie, auf Erkundigungen bei der Eisenbahndirektion in Lausanne über gewonnene Erfahrungen und endlich auf den Besuch verschiedener Strecken, in denen die Scheuchzer-Vorrichtung vor zwei bis drei Wochen gearbeitet hatte, um zu beobachten, wie die Maschine in Holzschwellengleisen wirkt und wie es sich mit dem Nachwachsen des Unkrauts verhält.

Die Lagenveränderung der verschiedenen Arbeitsorgane, geschieht mittels Hilfsmaschinen, die mit Luft oder Dampf getrieben werden. Die arbeitenden Teile und ihr Antrieb sind auf einem zweiachsigen Fahrzeug aufgebaut (Abb. 1 und 2). Die pflugscharähnlichen beiderseitigen Bettungsschaufeln sind, wie schon erwähnt, erst das Ergebnis langer Erfahrung und es ist vom besonderem Interesse, dafs die schwedischen Staatsbahnen, die selbst einen einwandfrei, jedoch nur aufserhalb der Schwellenköpfe arbeitenden Unkrautreiniger (Organ 1925, Heft 24, S. 534) gebaut haben, offenbar völlig unabhängig fast auf die gleiche Schaufelform gekommen sind. Nach rückwärts schliefsen an die Schaufeln je zehn Flacheisenzinken an, die die Aufgabe haben, etwa in der Bettung befindliche feine Teile durchzulassen und das Unkraut selbst zurückzuhalten. Die schwedischen Beobachtungen gehen dahin, dafs die Scheuchzerschaufeln in Schotter sehr gut arbeiten und ich kann meinerseits das gleiche bei Kiesbettung bestätigen, wie mir denn überhaupt in diesem Teil des Unkrautreinigers aufserhalb der Schwellen der Hauptvorteil zu liegen scheint. Ob gerade diese Schaufeln patentiert sind, vermag ich nicht anzugeben; jedenfalls ist es ohne weiteres möglich, hier eigene Wege zu gehen. Es ist anzunehmen, dafs sich die Schaufelformen einigermafsen nach den in den einzelnen Ländern gebräuchlichen Bettungsstoffen und -formen zu richten haben.

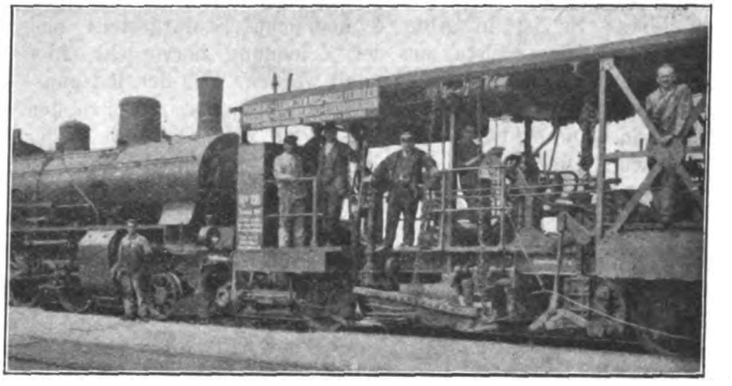


Abb. 1.

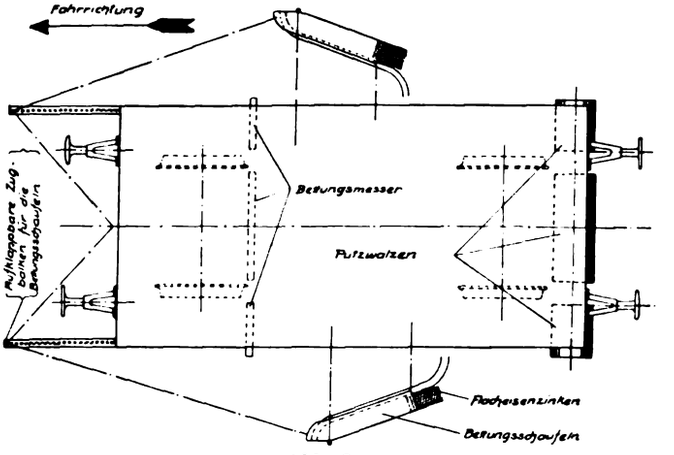


Abb. 2.

Die Arbeitseinstellung der Bettungsschaufeln sowohl nach Höhe wie nach Seitenlage wird mittels Druckluft geregelt. Für jede Bettungsschaufel sind zwei Luftzylinder mit Kolben vorhanden, von denen die Bewegung mittels Gallscher Ketten weitergeleitet wird. Abb. 3 zeigt die Bettungsschaufel in Arbeits- und Transportlage. Ein kleiner, auf den Flanschen zweier [-eisen laufender Rollbock wird durch Ketten, die mit

*) Siehe auch „Organ" 1925, S. 495.

Digitized by Google

dem Druckluftzylinderkolben verbunden sind, eingezogen. Damit die beiden kleinen Rollböcke aneinander vorbei gehen können, war man genötigt, die Schaufeln in Längsrichtung etwas gegeneinander zu versetzen (Abb. 2). Bei Fahrten in Doppelgleis wird die eine Schaufel in Ruhelage aufgezogen und es wird dafür ein wagrecht arbeitendes Messer in einen am Rahmen angebrachten federnden Träger eingesetzt.

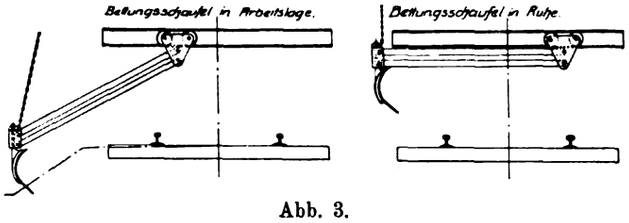


Abb. 3.

Der Teil der Anordnung, der die Entjätung zwischen den Schwellen besorgt, hat den schwierigsten Teil der Erfindung gebildet. Er ist in Abb. 4 übersichtlich dargestellt und möchte, da das meiste aus der Zeichnung hervorgeht, hier im Text nur ganz kurz abgehandelt werden. Von den Bettungsmessern arbeitet das längste, etwa 1,2 m lange, zwischen den Schienen. Die beiden anderen je 55 cm langen aufserhalb der Schienen. Die Messer sind an Armen A angebracht, die sich

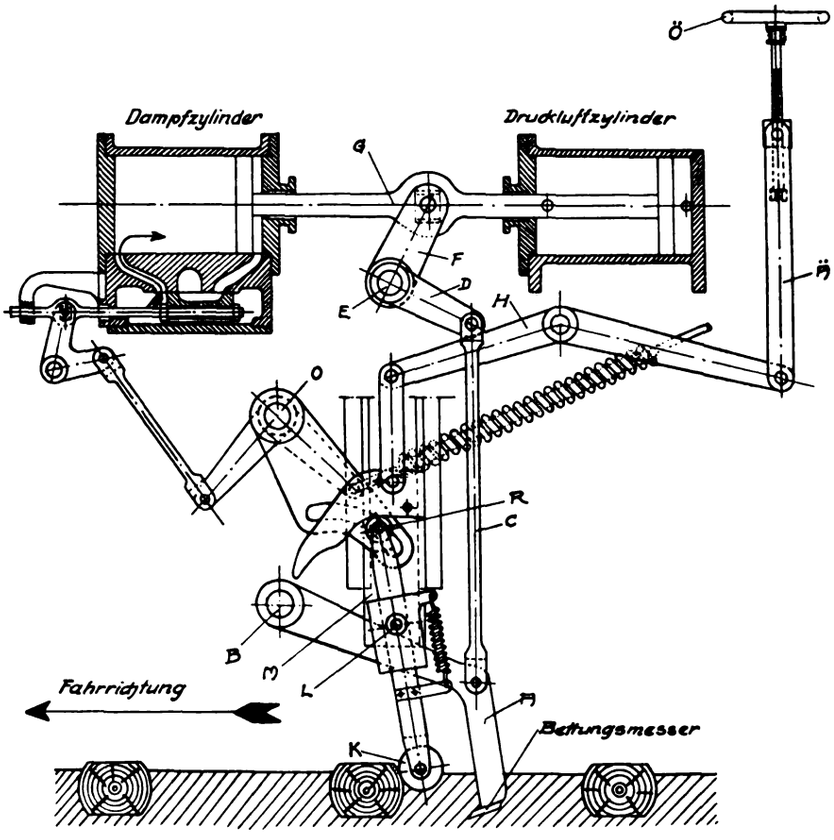


Abb. 4.

um eine Achse B drehen. Durch die Gelenkstange C sind die Arme A mit den Hebelarmen D verbunden, die mit Achse E in einem Stück gefertigt sind. An der gleichen Achse findet sich weiter ein Hebelarm F, dessen Ende durch Kurbelschleife mit der Kolbenstange G des Dampfkolbens verbunden ist. Die Steuerung geschieht von der über die Schwellen und die Bettung laufenden Rolle K aus derart, dafs die Messer über den Schwellen immer gehoben werden und zwischen den Schwellen in die Bettung eingedrückt werden. Diese Bewegung vereinigt sich mit der fortschreitenden Bewegung des Wagens zur Arbeitsbewegung der Messer. Die Arbeitstiefe der Messer kann durch einen Luftzylinder, der dem Dampfzylinder gegenüberliegt und dessen Kolben auf der gleichen Kolbenstange sitzt, eingestellt werden. Durch Erhöhung oder Senkung des Luftdruckes wird Abminderung oder Zunahme der niederdrückenden Kraft erzielt. Der Druckluftzylinder dient zugleich als Puffer für den Dampfkolben. Die Einstellung der Reglerrolle auf eine für verschiedene Oberbauarten ungleiche Höhe wird durch Verschiebung des Gleitstückes M mit dem Rollendrehpunkt L mittels Gelenkstange und Hebel H, der Gelenkstangen Ä und des Handrades Ö erreicht. Ein Herablassen der zwei Reglerrollen bewirkt ein früheres Heben sowie eine Verzögerung des Heruntersinkens der Messer und umgekehrt. Die Maschinen sind auf eine die Messer herunterdrückende Kraft von 2, höchstens 3 t eingestellt. Andere Angaben gehen höher und deuten die Möglichkeit an, dafs bei öfterer Anwendung des Verfahrens wenigstens weicher Schotter Schaden leiden könnte. Der Druck der Reglerrollen auf die Schwellen soll ungefähr 200 bis 300 kg sein. Morsche Schwellen werden hierbei manchmal etwas angegriffen, aber nur geringfügig.

Der Jätewagen macht etwa 6 km/Std. die regelmäfsige Arbeitstiefe soll bei 70 cm Schwellenabstand etwa 15 cm sein. Es ist jedoch zu bemerken — und hierin scheint mir ein wesentlicher Mangel des Verfahrens zu liegen —, dafs diese gröfste Arbeitstiefe nur auf einen kleinen Bruchteil des Schwellenabstandes erreicht wird. In Abb. 5 sind die Verhältnisse bei 72 cm Schwellenabstand von Mitte zu Mitte vorgeführt. Das Bearbeiten der Bettung erfolgt also nur nach der Linie —·—·— und die Gröfsttiefe ist nur in einem kleinen Bruchteil des Schwellenabstandes vorhanden. Bei kleinen Schwellenabständen, z. B. bei Stofsschwellen, krummen Schwellen in Kurven, in Wanderstrecken mit schräg liegenden Schwellen usw. kommt es vor, dafs die Messer überhaupt nicht in die Bettung eindringen. Bei einer Versuchsfahrt, die ich mitmachte, wurden so bei 17 Schwellen auf den Stofs im allgemeinen immer vier Abstände am Stofs übersprungen. Man hat bei den süddeutschen Versuchen auch deutlich wahrgenommen, dafs das Unkraut unmittelbar vor und hinter der Schwelle stehen bleibt und dafs hier noch Nacharbeiten erforderlich sind. Auch geht die Wirkung abgesehen von vereinzeltem Ausreifsen natürlich nicht tiefer als das Eindringen der Messer.

Immerhin scheint die Wirkung der ganzen maschinellen Jätung, gegenüber der von Hand, wirtschaftlich günstig zu sein. Nach süddeutschen Erfahrungen kommt die ganze Entgrasung mit Maschinen einschliefslich Nacharbeiten auf etwa 170 ℳ für den km gegen 280 ℳ bei Handarbeit. Der von den Messern bearbeitete Querschnitt ist nicht ganz symmetrisch, teils weil die Messer beim Herablassen und Heben eine Kurvenbahn beschreiben, teils infolge des gröfseren Widerstandes beim Herabstofsen.

Das Aussehen einer mit der Maschine von Unkraut gesäuberten und von der dem Wagen folgenden Stahlbürste überlaufenen Strecke ist nach einigen Tagen sehr gut. Man hat die Erfahrung gemacht, dafs das Unkraut zumeist oben zu liegen kommt und nach einigen Tagen verdorrt ist und fortgeblasen wird. Es ist von Interesse, dafs man die gleiche Erfahrung auch in Schweden, wo allerdings nur aufserhalb der Schwellenköpfe gejätet wird, gemacht hat. Nach kurzen

Digitized by Google

Erfahrungen auf süddeutschen Bahnen scheinen aber doch noch für Beseitigung des gelockerten und gelösten Unkrauts Nacharbeiten nötig zu sein. Man hat dort auch vereinzelt in lehm- und humushaltiger Bettung die Beobachtung gemacht, dafs das Durcharbeiten der Bettung mit der Pflugschar, wenn nicht das gelockerte Unkraut beseitigt wird, das Wachstum begünstigt. Auch scheint man dort den Wunsch gefühlt zu haben, der mechanischen Entgrasung noch mit einer chemischen Behandlung (Natriumchlorat) nachzugehen. Dafs dadurch die Frage der Wirtschaftlichkeit beeinflufst wird, liegt auf der Hand.

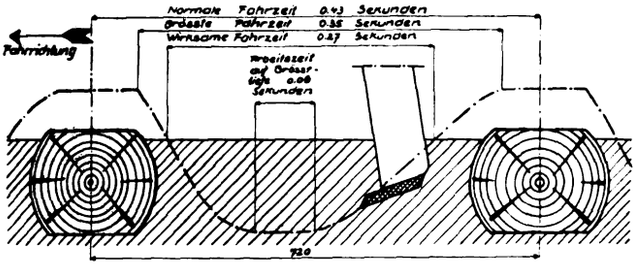


Abb. 5 *).

Als weiterer wesentlicher Vorteil des Verfahrens wird der Umstand bezeichnet, dafs die Bettungsmesser sich etwa bis auf die Tiefe der Schwellenunterkanten in die Bettung einarbeiten und dafs dadurch die unter den Schwellen anzunehmende Feuchtigkeit verdunstet und die Bettung im ganzen entsprechend entwässert wird. Es ist dies eine Angabe, die von beteiligter Seite ausgehen dürfte und die sich nicht einfach nachprüfen läfst. Da unter den Schienensträngen selbst 20 bis 25 cm breite trennende Bettungsstreifen unbearbeitet stehen bleiben, so ist eine unmittelbare Wasserableitung aus der Mitte offenbar nicht gegeben. Man könnte eher annehmen, dafs das zwischen den Schienen gebildete geschlossene Becken aufgelockerter Bettung eher die Niederschläge sammelt. Vom Standpunkt der festen Schwellenlagerung könnte eine Auflockerung bis auf Schwellenunterkante unmittelbar bedenklich scheinen. Dagegen könnte man von den beiden seitlichen Messern und insbesondere von den Pflugscharen allerdings eine entwässernde Wirkung erwarten. Es wird dies auch durch die süddeutschen Versuche bestätigt.

Am Schlusse des Wagens laufen drei umlaufende Stahlbürsten zwischen den Schienen und beiderseits zwei Rechen. Die Bürsten sitzen auf einer Achse und werden mittels Gallscher Kette von einem auf der hinteren Wagenachse sitzenden Zahnradgetriebe aus bewegt. Aus Abb. 6 geht die Lage der Putzwalzen zu den Schienen und die Form des Bettungsprofils vor und nach dem Putzen hervor. Wie man der unteren Abbildung entnehmen kann, verbleiben beiderseits der Schienen sowie auch am Bettungsrande Streifen, die von den Bürsten stehen gelassen werden. Es hat sich aber in der Ausübung gezeigt, dafs diese Streifen, die vielleicht der Entwässerung nachteilig werden könnten, nach einigen Tagen unter den Schüttelwirkungen der Züge abgeglichen werden und verschwinden. Ob allerdings bei Kiessandbettung nicht unter dem Luftzug der Räder ein Aufwirbeln entsteht und damit Sand in die Lagerbüchsen dringt, müfste erst die Erfahrung zeigen.

Die verschiedenen arbeitenden Teile des Unkrautreinigers werden mittels Druckluft getriebener Hilfsmaschinen in Tätigkeit gesetzt. Nur die Bettungsmesser, die zwischen den Schwellen arbeiten, werden mittels Dampfmaschinen betrieben. Druckluft und Dampf hat die Lokomotive, die den Unkrautreiniger schiebt, zu liefern. Die Bemannung des Unkrautreinigers besteht aus fünf Mann, je einer an beiden Bettungsschaufeln, einer an der Regelung der Bettungsmesser, einer an den Putzwalzen und der letzte, der Werkmeister, zur Beaufsichtigung des Ganzen, Ausbesserungen usw. Aufserdem begleitet meistens der Streckenbahnmeister den Zug als Zugführer. Bei auftretenden Hindernissen, Überfahrten, Schienenkontakten, Merkzeichen, Packlage, Brücken usw. müssen die arbeitenden Teile ganz oder teilweise ausgeschaltet werden. Bei entsprechender Achtsamkeit können hierbei Störungen und

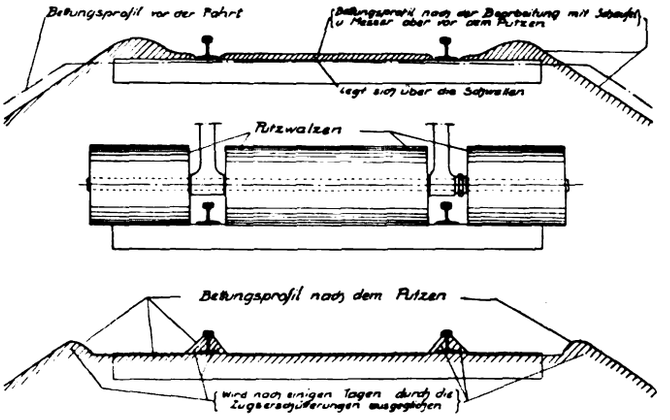


Abb. 6.

Schäden erfahrungsgemäfs vermieden werden. Zur Bemannung gehört noch ein Koch, der in dem mitlaufenden Wohnwagen die Speisen für die sonach im ganzen aus neun Köpfen bestehende Bemannung bereitet.

Für Herstellung und Betrieb des Unkrautreinigers innerhalb der Schweiz besteht eine Erfindergesellschaft Ferrodésherbeuse Scheuchzer A.-G., Renens, und eine Lizenzgesellschaft Société Concessionaire Herbo in Genf. Die letztere betreibt die Verbreitung der Maschinen aufserhalb der Schweiz entweder durch unmittelbare Übernahme der Reinigung oder durch Lizenzbewilligung an Tochtergesellschaften. Der Unkrautreiniger wird nämlich nicht verkauft. Bei den Übereinkommen mit den Eisenbahnen wurde bisher der Grundsatz verfolgt, dafs die Eisenbahnen die genügend kräftige Lokomotive sowie deren Bemannung und den Zugführer stellen. Das Lokomotivpersonal wird etwa alle zwei Wochen abgelöst. Der Zugführer ist meist der Bahnmeister; er fährt für seinen Streckenteil mit, beaufsichtigt den Fahrplan und die ganze Arbeit, die er am Schlufs durch Zeugnis bestätigt. Er gibt bei auftretenden Hindernissen, Brücken, Wegübergängen oder bei notwendiger Geschwindigkeitseinschränkung, soweit erforderlich, Signale. In den Vertrag pflegt auch aufgenommen zu werden, dafs die Gesellschaft für Unterbringung und Speisung der gesamten Bemannung sorgt. Es wird ihr hierzu ein Wohnwagen zur Verfügung gestellt. Es hat sich in der Ausübung nämlich auch wirtschaftlich als wünschenswert erwiesen, die Unterbringung und Speisung der Mannschaft gemeinschaftlich zu behandeln. Es ist also ein Wagen als Küche und Schlafraum mit zehn Betten eingerichtet. Im Zuge wird der Unkrautreiniger von der Lokomotive geschoben und dieser folgt der Küchen- und Wohnwagen. Die fünf von der Gesellschaft gestellten Leute begleiten den Zug den ganzen Sommer hindurch, also vier bis fünf Monate. Sie von der Unterbringungsfrage frei zu machen, liegt nicht nur im Interesse der Leute, sondern auch des Arbeitsbetriebs.

Auf deutschen Bahnen verlangte m. W. die Gesellschaft pauschal 75 ℳ für den km, bei gröfseren Aufträgen wäre eine Ermäfsigung auf 70 und 65 ℳ zu erreichen. Die Jätung dürfte wohl wenigstens zu Anfang zweimal im Jahr vorzunehmen

*) In der Abbildung mufs es richtig heifsen:
Gröfste Arbeitszeit 0,35 Sek. statt Gröfste Fahrzeit und
Wirksame Arbeitszeit 0,27 Sek. statt Wirksame Fahrzeit.

Digitized by Google

sein, später könnte einmal im Jahr genügen. Jedenfalls verspricht das mechanische Verfahren gegenüber der Handarbeit verschiedene, vor allem wirtschaftliche Vorteile.

Es könnte scheinen, als ob die Unkrautreinigung nach Scheuchzer zwischen den Schienen Mängel besäfse, die ihre Zweckmäfsigkeit und Wirtschaftlichkeit in Zweifel stellen. Die an sich bestechende und einwandfrei erscheinende Jätung aufserhalb der Schwellen ist, wie der Vorgang Schwedens zeigt, auch aufserhalb der Lizenzen der schweizerischen Gesellschaft zu erreichen.

Einführung des elektrischen Betriebes auf der Wiener Stadtbahn.

Von Reichsbahnrat **Taschinger**, Rosenheim.

Am 3. Juni 1925 wurde die Wiener Stadtbahn auf elektrischen Betrieb umgestellt. Aus Anlafs dieses für den Wiener Verkehr so wichtigen Ereignisses hat die Wiener Stadtbahn der Öffentlichkeit eine Denkschrift übergeben, in der die Geschichte der Stadtbahn, die Betriebsnöte als Dampfbahn und die Umstellung für den elektrischen Zugförderungsdienst eingehend beschrieben werden.

Da die Einrichtungen dieser als Dampfbahn gebauten, im Jahre 1918 wegen Kohlenmangel gänzlich stillgelegten und jetzt mit elektrischer Betriebsform wieder eröffneten Bahnanlagen allgemeinem Interesse begegnen, sei aus der Denkschrift nachstehender kurzer Auszug wieder gegeben:

Die Wiener Stadtbahn, welche die Vororte-, die Oberwiental- und die Gürtellinie umfafst und in den Jahren 1892 bis 1900 erbaut wurde, mufste militärischen Bedingungen genügen. Auf ihren Linen mufsten daher Dampflokomotiven mit Hauptbahnwagen verkehren können. Infolge dieser militärischen Auflagen waren erforderlich: schwere Brücken, grofse Lichtraumumgrenzungen. Diese verursachten grofse Anlagekosten und konnten den Hauptverkehrsadern der Stadt mit Rücksicht auf die notwendigen grofsen Krümmungshalbmesser nur ganz unvollkommen folgen. Zur Vermeidung der Rauchplage mufsten die Lokomotiven, deren Abgase die Mauerwerke der Tunnelstrecken stark beschädigten und die Fahrgäste belästigten, mit teurem Koks geheizt werden. Die schweren Dampflokomotiven bedingten grofse Zugseinheiten, welche die wechselnden Verkehrsbedürfnisse einer Stadtbahn nicht berücksichtigen. Die Zugsgeschwindigkeiten waren gering. Obgleich durch die militärischen Anforderungen hohe Anlagekosten notwendig waren, konnte die Stadtbahn infolge der ungünstigen Linienführung und der Mängel des Dampfbetriebs nur einen geringen Anreiz auf das Publikum ausüben. Der Wettbewerb mit der Strafsenbahn, die tief in das Innere der Stadt eindringen kann, war daher aufserordentlich ungünstig und konnte nur durch niedere Fahrpreise aufrecht erhalten werden. Eine Besserung der Verhältnisse, durch angenehmere und raschere Beförderung der Fahrgäste und Verringerung der Betriebsausgaben war nur mit dem elektrischen Betrieb zu erzielen.

Im Hinblick auf die Anlagekosten konnte der elektrische Betrieb jedoch nur für die verkehrsreichen Teile der Stadtbahn in Betracht kommen; aufserdem mufste zur Verringerung der Kosten der Fahrpark der Strafsenbahn mit der Stadtbahn vereinigt werden. Aus diesem Grunde hat die Gemeinde Wien die Stadtbahn auf 30 Jahre übernommen. Der gemeinsame Wagenpark bedeutet einen aufserordentlich wirtschaftlichen Vorteil, da die Anlagekosten für den Fahrpark wesentlich abgemindert, die Errichtung von Wagenhallen und Werkstätteanlagen auf ein Mindestmafs beschränkt werden konnten und hohe Verwaltungs- und Personalausgaben erspart blieben.

Die für die elektrische Zugförderung notwendigen Arbeiten wurden während einer Bauzeit von nur acht Monaten durchgeführt. Wenn der elektrische Betrieb auch die Möglichkeit geschaffen hat, einen erhöhten Verkehr zu bewältigen, so wird infolge des immer noch steigenden Verkehrsbedürfnisses, der in allen Grofsstädten zu beobachten ist, eine restlose Verkehrsbewältigung in Wien erst dann ermöglicht werden, wenn mit dem Ausbau einer Untergrundbahn begonnen wird.

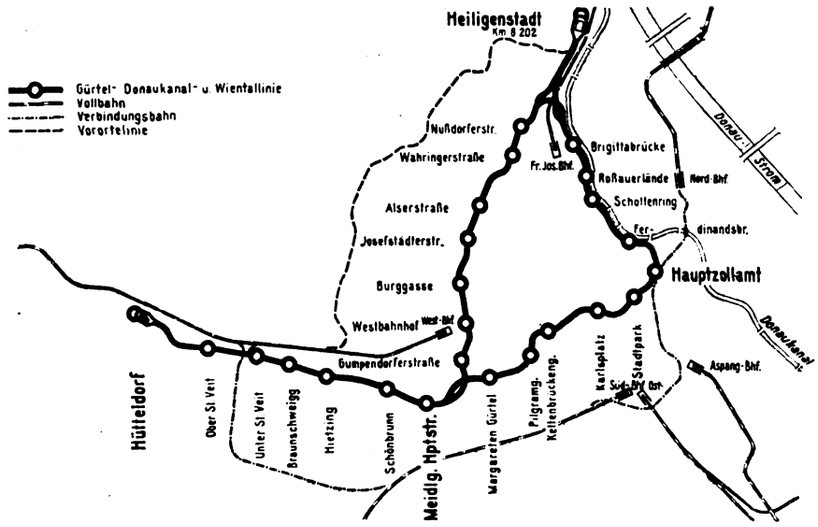


Abb. 1. Wiener Stadtbahnnetz.

Fahrleitungsanlage.

Die gesamte Fahrdrahtanlage umfafst: 12,4 km Fahrdraht, 2 km Verstärkungsleitung, 57,4 km Tragseil, 900 Maste mit 530 Jochen, 300 Auslegern und 100 Gewichtsnachspannvorrichtungen. Als Fahrdraht wurden aus Festigkeitsgründen verwendet Rillendrähte aus Kadmiumkupfer mit einem Leitwert 48 und mit einem Querschnitt von 65 qmm und zwar wurden zur Erhöhung des Leitungsquerschnittes für jedes Gleis zwei in einem Abstand von 150 mm parallel verlaufende Fahrdrähte verlegt. Das Tragseil besteht ebenfalls aus Kadmiumkupfer, jedoch mit einem Querschnitt von 70 qmm, so dafs der gesamte Leitungsquerschnitt je Gleis 200 qmm beträgt. Die Aufhängung des im Zick-Zack verlegten Fahrdrahtes erfolgt nach der bekannten Vielfach- oder Kettenaufhängung und zwar mit einer Höhe des Aufhängewerks von 2,00 m in der freien Strecke und 0,30 bis 0,60 m in gedeckten Strecken. Die Länge eines Nachspannfeldes beträgt 1000 bis 1200 m.

Als Stützpunkte wurden in der Hochbahnstrecke Eisengittermaste und in Einschnitten Altschienen verwendet. An den Masten sind die Querjoche, die Ausleger und teilweise die seitlichen Festlegungen befestigt. Der Regelabstand der einzelnen Maste beträgt in der freien Strecke 50 bis 55 m, in gedeckten Streckenteilen 20 bis 30 m.

Die Fahrdrähte und die Tragseile sind an den Stützpunkten gegen Erde einfach isoliert. Die verwendeten Porzellanisolatoren wurden so dimensioniert, dafs die vorhandene Fahrdrahtspannung von 750 Volt später ohne weiteres auf 1500 Volt erhöht werden kann. Mit Rücksicht auf die einfache Isolation sind sämtliche Stützpunkte durch Anschlufs an die Gleise geerdet.

An den Speisepunkten sind Streckenschalter eingebaut, die zum Teil mittels elektrischer Fernbetätigung gesteuert werden.

Digitized by Google

Der Fahrdraht wird durchwegs mittels Gewichten selbsttätig nachgespannt. Während jedoch auf dem Bauabschnitt der österreichischen Siemens-Schuckert-Werke und der Elin-A.-G. für elektrische Industrie das Tragseil an jedem Stützpunkt befestigt ist, hat die AEG.-Union auch das Tragseil beweglich aufgehängt, wobei das Tragseil an jedem Stützpunkt über Rollen sich bewegt. Bei sämtlichen Ausführungsarten sind die Mastausleger fest angeordnet. Die österreichischen Brown-Boveri-Werke haben neben dem Tragseil auch noch drehbare Ausleger vorgesehen.

Unterwerke.

Die benötigte elektrische Energie wird aus dem Netz der Wiener Städtischen Elektrizitäts-Werke mit einer Spannung von 5000 Volt entnommen und in vier in der Nähe der Bahnstrecke errichteten Unterwerken von 1360 bis 2100 kW (zusammen etwa 6700 kW) Dauerleistung mittels Quecksilberdampf-Grofsgleichrichtern auf Gleichstrom von 750 Volt umgeformt.

Für die beiden ersten Unterstationen wurden besondere Gebäude errichtet; die Unterstation beim Hauptzollamt wurde im Keller der Grofsmarkthalle untergebracht, während die Umformerunterstation Sechshaus, das sich nächst dem Bahnhof Meidling-Hauptstrafse befindet, mit einer für die allgemeine städtische Lichtversorgung dienenden Unterstation vereinigt wurde. Für die Wahl von Quecksilberdampf-Grofsgleichrichtern war ausschlaggebend der geringe Raumbedarf, die grofse Überlastbarkeit bei plötzlichen Stromstöfsen und der günstige Wirkungsgrad. Der für jede Gleichrichtergruppe vorgesehene Transformator ist so gewickelt, dafs auf der Unterspannungsseite eine Spannung von 750 oder 1500 Volt abgenommen werden kann, so dafs die bestehenden Anlagen später ohne nennenswerte Änderungen auch für eine Fahrdrahtspannung von 1500 Volt verwendet werden können. Die Transformatoren sind luftgekühlt, während die Grofsgleichrichter mit Ölrückkühlern, die von Quellwasser durchflossen sind, ausgestattet wurden. Von den Unterstationen führen über Überstromschalter mindestens je zwei Kabel zu den Fahrdrahtleitungen.

Neben diesen ortsfesten Unterwerken wurde, um den auftretenden Massenverkehr in einzelnen Abschnitten elektrisch bewältigen zu können, eine fahrbare Umformerstation beschafft, welche unmittelbar an das Stadtnetz in den Stationen: Hütteldorf, Meidling-Hauptstrafse, Hauptzollamt, Brigittabrücke, Michelbeuern und Heiligenstadt angeschlossen werden kann. Diese in einem von der Waggonfabrik der Engesfelder Metallwerke A.-G. hergestellten Spezialwagen untergebrachte und von der Elin gelieferte Umformeranlage besteht aus einem Einankerumformer von 700 kW Leistung nebst dem zugehörigen Transformator und der Schaltanlage. Der Anschlufs der fahrbaren Station erfolgt an besonderen Anschlufstürmchen, die auf den obengenannten Bahnhöfen errichtet wurden. Bei der Inbetriebnahme der Umformerstation wird der Spezialwagen aus den Federn gehoben und auf besonderen Abstützpunkten gelagert.

Signalanlage.

Die von der Firma Siemens-Halske A.-G. gebaute, selbsttätige Signalanlage ermöglicht bei grofser Fahrgeschwindigkeit die Züge in kurzen Abständen (bis zu $1^1/_2$ Minuten) folgen zu lassen. Sie arbeitet mit Ruhe-Wechselstrom. Die ganze Bahnstrecke ist durch isolierende Schienenstofsverbinder in einzelne Teilstrecken-Blockabschnitte zerlegt. Jeder Blockabschnitt bildet einen Wechselstromkreis, bestehend aus den beiden Schienen des Gleises und den angeschlossenen Signalapparaten. Die beiden Schienen eines Gleises sind gegeneinander isoliert und am Anfang und Ende der Blockstrecke durch eine Transformatorwicklung verbunden. Diese Wicklung hat zwei Aufgaben zu erfüllen.

1. Der aus dem Bahnmotor abfliefsende Gleichstrom verteilt sich auf beide Schienen, von der einen gelangt er unmittelbar zur Unterstation, von der anderen fliefst er über die oben angegebene Wicklung des Drosselstofses zurück.

2. Über die Wicklung des Drosselstofses wird jeder Blockstrecke auf der einen Seite der Signalstrom zugeführt, auf der anderen Seite entnommen. Kommt nun eine Zugsachse auf die beiden Schienen eines Blockabschnittes zu stehen, so wird der Signalstromkreis kurz geschlossen, wodurch über Signalrelais

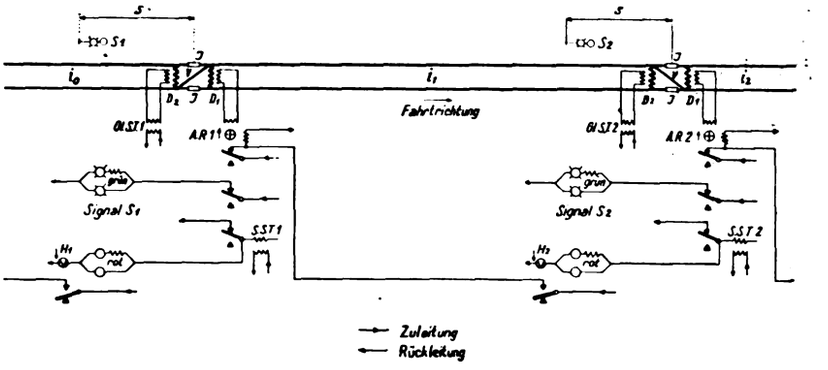


Abb. 2.

das zu diesem Abschnitt gehörende Signal auf Halt geschaltet wird. Beim Verlassen eines Blockabschnittes durch die letzte Zugsachse wird der Kurzschlufs des Signalstromkreises aufgehoben und dadurch das zugehörige Signal wieder auf freie Fahrt geschaltet.

Der für die Signalanlage nötige Drehstrom wird mit 5000 Volt dem städtischen Leitungsnetz entnommen und mit 500 Volt längs der Strecke den Blocktransformatoren zugeführt. Die Spannung der von diesen gespeisten Signal- und Blockstromkreise beträgt 2 bis 20 Volt.

Als Signale sind Lichtsignale verwendet, die in den Tunnels als gewöhnliche Lampen, auf den übrigen Strecken als Tageslichtsignale mit einer Sichtbarkeit auf mehrere hundert Meter ausgebildet sind. Als Lichtquelle dienen zwei elektrische Glühlampen, die so geschaltet sind, dafs beim Durchbrennen einer Lampe die zweite selbsttätig voll aufleuchtet.

Vor jeder Gleisabzweigung befinden sich Doppelsignale, die wie die Weichen vom Stellwerk aus fernbedient sind. Die vom Stellwerk bedienten Signale werden jedoch von dort nur auf Fahrt geschaltet, während sie der Zug selbst wie die ganz selbsttätigen Signale auf Halt schaltet.

Die Weichen werden durch Gleichstrommotore angetrieben, die von Akkumulatoren gespeist werden.

An Stellen, die besondere Sicherheit erfordern, sind Fahrsperren angebracht. Ein am Gleiskörper befindlicher Hebel ist bei Haltstellung des Signals hochgedreht. Wird das Haltesignal durch einen Zug überfahren, so schlägt die Fahrsperre an einen zweiten, am führenden Triebwagen angebrachten Hebel, wodurch der Steuer- und damit der Fahrstrom unterbrochen wird. Gleichzeitig wird auch ein Notbremsventil geöffnet, so dafs der Zug rasch zum Stillstand kommt.

Die auf der Strecke befindlichen Blocksignale sind abgesehen von zwei Achtungs- und drei Deckungssignalen selbsttätig. An einigen unübersichtlichen Stellen werden auch Vorsignale verwendet.

Im Stellwerk sind die Relais, um ihr Arbeiten überwachen zu können, in einem mit Glasfenstern versehenen Schrank untergebracht. Ferner befindet sich im Stellwerk die Fahrschautafel, ein Bild der Gleisabschnitte, das durch Aufleuchten oder

Digitized by Google

Verdunkeln der Gleis- und Signalfelder die Zugsfahrten und Signalwechsel anzeigt.

Der Wagenpark.

Die hölzernen Wagenkästen der Trieb- und Anhängewagen sind gleich grofs und besitzen je eine Länge von 10,7 m (ohne Puffer), eine Kastenbreite von 2,27 m und eine lichte Höhe von 2,198 m. Die Höhe des Wagens über S. O. beträgt ohne Ventilationsaufsätze und Lagerung der Stromabnehmer 3,21 m. Die verglasten und vollkommen abgeschlossenen 2,3 m langen Plattformen sind auf beiden Seiten eingezogen und besitzen einschliefslich der Stehplätze im Wageninnern in den Triebwagen Raum für 47 und in den Anhängewagen für 53 Personen. Von den 24 Sitzplätzen sind an den Stirnwänden beiderseits je drei als Längssitze und die übrigen als Quersitze angeordnet.

Die Seitenwände enthalten je vier in Leichtmetallrahmen gefafste Fenster von 1,0 m Breite und 3,96 m Höhe. Für die Durchlüftung sorgen zwei an den Stirnwänden angebrachte Ventilationseinrichtungen, die vom Wageninnern aus abgeschlossen werden können. Nach aufsen sind die Wagen durch zweiteilige Schiebetüren von 1200 mm Breite abgeschlossen und zwar derart, dafs der eine Türflügel vom andern selbsttätig mitgenommen wird. Die grofse Türöffnung und die Unterteilung des Trittbretts in zwei Stufen, von denen die obere von den erhöhten Bahnsteigen der Stadtbahnhaltestelle nahezu ebenerdig betreten werden kann, erleichtern das Ein- und Aussteigen. Der Zugang zum Wageninnern erfolgt ebenfalls durch Doppeltüren.

Der Wagenkasten ruht auf einem zweiachsigen Laufgestell. Der Radstand desselben beträgt 3,6 m, der Durchmesser der Räder 0,870 m. Die sämtlichen Wagen sind mit Handbremse und selbsttätiger Kunze-Knorr-Bremse, sowie selbsttätiger Sandstreuung bei Vollbremsung ausgerüstet. Zum Einschalten der Kompressormotoren von gekuppelten Triebwagen ist ein Hilfsschütz eingebaut. Durch eine von Hand bediente Fahrsperreinrichtung kann der Steuerbremskreis unterbrochen und eine Vollbremsung eingeleitet werden.

Die Triebwagen haben je zwei Scherenstromabnehmer und je zwei vierpolige Gleichstrom-Hauptschlufsmotoren für 750 Volt, mit Wendepolen und 680 Umdrehungen. Die Anlafswiderstände aus Kupfernickeldraht sind zum Teil auf dem Wagendach, zum Teil unter den Sitzbänken untergebracht. Die Stundenleistung schwankt bei 750 Volt und einer Stromaufnahme von 98 bis 110 Amp. zwischen 66,5 und 73,8 kW; die Dauerleistung beträgt 72 % der Stundenleistung. Bei der auf der Strafsenbahn vorhandenen Betriebsspannung von 550 Volt ermäfsigen sich die Leistungswerte um $26^1/_2$ %. Als Höchstgeschwindigkeit wird 38 km/Std. erreicht. Um zu Zeiten grofsen Verkehrs einen Wagenzug zusammensetzen zu können, der bis zu neun Wagen umfafst, erhalten die Wagen elektropneumatische Vielfachsteuerung, deren Schützen wegen des kurzen Radstandes zwischen den Längsträgern oder quer zur Längsachse eingebaut sind. Den Schutz der Motoren übernimmt ein Höchststromrelais, das zwischen 250 und 500 Amp. einstellbar ist. Die Leitungen, welche zur Steuerung, den Glühlampen und Heizkörpern führen, sind im Triebwagen als zwölfadrige, im Anhänger als zehnadrige Kabel verlegt. Als Beleuchtung dienen zweimal je acht in Reihe geschlossene Lampen von 95 Volt und 32 Kerzen.

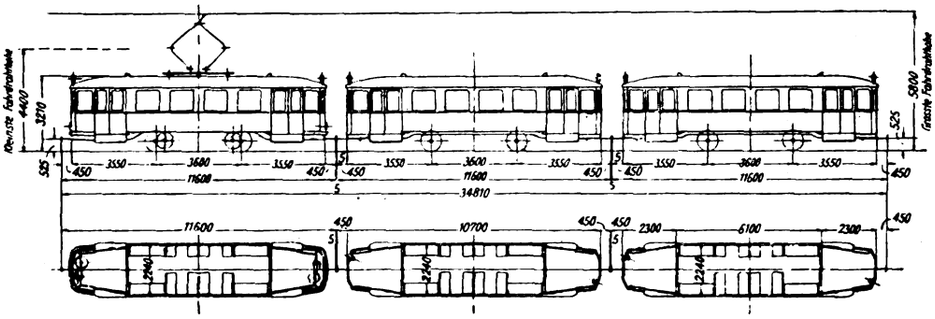


Abb. 3.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Internationaler Eisenbahn-Kongrefs in London vom 22. Juni bis 2. Juli 1925.

Der gewöhnlich alle fünf Jahre abgehaltene Internationale Eisenbahn-Kongrefs folgte dem 1922 in Rom abgehaltenen ausnahmsweise schon nach drei Jahren, weil er in Verbindung mit der Hundertjahrfeier der Eröffnung der Stockton-Darlington-Bahn in London abgehalten wurde.

Die dem Kongrefs vorgelegten Fragen wurden von fünf Unterausschüssen behandelt.

Bei den Verhandlungen über den Achtstundentag zeigte sich eine grofse Verschiedenheit der Auffassung in den vertretenen Ländern. Die amerikanischen Angestellten suchen nicht so sehr eine Verkürzung der Arbeitsstunden, als eine Erhöhung des Einkommens. Zum Schlufs wurde eine Entschliefsung angenommen, dafs der starre Achtstundentag für den Eisenbahndienst unanwendbar ist und die Arbeitszeit den örtlichen Bedürfnissen angepafst werden mufs.

Hinsichtlich der schienengleichen Strafsenüberkreuzungen führte ein amerikanischer Delegierter aus, dafs es eine Verbesserung wäre, die Strafsenbenützer für die Sicherheit bei Wegkreuzungen verantwortlich zu machen, anstatt einen Schrankenwärter, da nur zu häufig die geschlossenen Schranken von herankommenden Kraftfahrzeugen zerstört werden. Wenn dieser Gedankengang von der Öffentlichkeit aufgenommen wird, ist ein grofser Schritt vorwärts getan und die Frage wegen Beseitigung der Schrankenbedienung ist gelöst. Folgende Entschliefsungen wurden angenommen:

Auch wenn der sich nähernde Zug von der Strafse aus ungenügend sichtbar ist, können bediente Schranken entfallen, wenn selbsttätige Apparate die Annäherung eines Zuges ankündigen. — Ein gutes selbsttätiges Warnungssignal für Tag und Nacht bietet bei Wegübergängen ebensoviel Sicherheit als Schrankenwärter, die nur einen Teil des Tages anwesend sind. — Geraten selbsttätige Warnungssignale in Unordnung, so müssen sie gegen die Strafse bei Tag und Nacht ein Gefahrsignal zeigen. Hörbare Warnungssignale sind nicht so nützlich als Leuchtsignale. Der allgemeine Gebrauch roter Lichter auf Strafsen oder als Schlufslichter für Strafsenfahrzeuge ist zu verbieten.

Der Gebrauch von maschinellen Hilfsmitteln für die Unterhaltung des Bahnkörpers ist zu fördern, da diese Apparate technische und wirtschaftliche Vorteile bringen.

Beim Gebrauch von Drei-Stellungs Signalen sollen nur die Zeichen „Halt", „Vorsicht" und „Frei" erscheinen. Die passendsten Lichter hierfür sind Rot, Gelb und Grün; elektrische Beleuchtung sollte die Ölbeleuchtung der Signale verdrängen.

Ohne Statistik kann nicht erkannt werden, wo und wie gesteigerter Verkehr bewältigt oder Sparsamkeit erzielt werden kann.

Staubkohle ist wegen des begrenzten Verbrennungsraums in der Feuerbüchse für Lokomotivfeuerung nicht vorteilhaft. Als Vorteile der Ölfeuerung werden genannt: geringer Verbrauch in den Betriebspausen, verminderte Transport- und Lagerkosten, leichte Kontrolle bei der Verfeuerung und Lagerung und angenehme Verladung. Kolloide Brennstoffe befinden sich noch im Versuchszustand.

Digitized by Google

Zerstäubte Kohle und kolloide Brennstoffe haben sich den Kohlen gegenüber finanziell nicht vorteilhaft erwiesen. Der Verlust an Staubkohle in der Rauchkammer ist 7 % und ein gleicher Teil verläfst den Kamin unverbrannt. Der Gebrauch von Schüttelrosten ist in Nordamerika fast allgemein. Lokomotiven mit 4 qm Rostfläche und darüber sind mit selbsttätigen Vorrichtungen für die Zufuhr von Brennstoff ausgerüstet, um dem Verlangen nach einem zweiten Heizer bei den gröfseren Lokomotiven zu begegnen.

Die Aufschreibungen über Schienenbrüche haben seit den letzten 25 Jahren nicht die gewünschten Ergebnisse gezeitigt. Es wurde anempfohlen, innere Absonderungen und Sprödigkeit des Metalles durch Wärmebehandlung zu beseitigen. Die Beanspruchung am Stofs erfordert möglichst grofse Baulänge der Schienen und Verbesserung der Schienenverbindung. Bei der New York Central Railway trifft bei 30 Schienenbrüchen nur einer auf die Stelle innerhalb der Laschen; es werden 965 mm lange Laschen und eine dritte Schwelle unter dem Stofs verwendet. Eine Schienenverbindung ohne Löcher zu finden erscheint notwendig. Die Schienenwanderung mufs unabhängig von dem Schienenstofs studiert werden. Das jährliche Schmieren der Laschen wird empfohlen.

Die Zugabfertigungssysteme verschiedener Länder wurden insbesondere von den französischen, belgischen und amerikanischen Vertretern besprochen. Eine Einigung auf ein bestimmtes System ist jedoch nicht erzielt worden.

Für den Vorortdienst wurden die Erfahrungen in folgende Sätze zusammengefafst: Die Aufnahmefähigkeit einer Eisenbahn hängt ab von der Zahl der Züge, die auf den Strecken und Bahnhöfen behandelt werden können, und von der Zahl der in einem Zug untergebrachten Fahrgäste. Zweistöckige Wagen, nur in Frankreich benützt, gestatten bei einer Zuglänge von 200 m und einem Gewicht von 300 t die Beförderung von 1400 Fahrgästen; diese Wagen sind wegen der geringen Höhe und der langsamen Ein- und Aussteigmöglichkeit unbeliebt. Die Zuglängen sind durch die baulichen Stationsanlagen und die verfügbaren Zugkräfte bestimmt; vor Bahnhöfen mit nur einem Ausgang drängen sich die Fahrgäste im Zug an dessen Ende zusammen. Es sind Durchgangs- und Abteilwagen im Betrieb; keiner der Bauarten konnte der Vorzug gegeben werden. Die Tarife für den Vorortverkehr sind in Frankreich für Arbeiter $^1/_{10}$ der Fahrpreise 3. Klasse, in England meist weniger als die Hälfte der üblichen Vorortpreise. Gesteigerte Aufmerksamkeit soll der Beschilderung der Haltestellen und der Züge zugewendet werden.

Zum Schlufs des Kongresses wurde mit grofser Mehrheit beschlossen, dafs die Lage in Rufsland derart ist, dafs die russischen Eisenbahnen zum Kongrefs nicht zugelassen werden können. Mit gleich grofser Mehrheit wurde beschlossen, „dafs, wenn die deutschen Eisenbahnen um Aufnahme nachsuchen würden, die Kommission einen günstigen Bescheid geben solle". Die gleiche Haltung solle auch gegen die Bahnen anderer, früher feindlicher Länder, wie Österreich, Ungarn und die Türkei, eingenommen werden.

Für die nächste Tagung im Jahre 1930 wurde Spanien in Aussicht genommen; weitere Tagungen wahrscheinlich 1935 in Brüssel und 1940 in Nordamerika. Ru.

Die Schweizerischen Bundesbahnen während des Jahres 1924.

Der Geschäftsbericht der Schweizerischen Bundesbahnen für das Jahr 1924, der in Nr. 12 des 1. Jahrganges der Zeitschrift des internationalen Eisenbahnverbandes veröffentlicht ist, zeigt, dafs die elektrische Zugförderung auf eine Reihe von Strecken weiter ausgedehnt wurde. Im Februar 1924 wurde der elektrische Betrieb auf der Strecke Luzern—Olten, im Mai auf den Strecken St. Maurice—Lausanne sowie Olten—Basel und im Juni auf der Strecke Thalwill—Richterswill eingeführt. Von den 113 691 790 Fr., die im Jahre 1924 für Bauzwecke ausgegeben wurden, entfallen auf die Elektrisierung von Bahnlinien einschliefslich des Ankaufes von elektrischen Lokomotiven 57 497 771 Fr., also etwa die Hälfte des verausgabten Betrages.

Ende 1924 hatten die Schweizer Bundesbahnen einen Bestand von 163 elektrischen Lokomotiven, 16 Motorwagen und 16 Akkumulatorenfahrzeugen. Dazu wurden in der Zeit vom 1. Januar bis 31. März 1925 weitere 18 elektrische Lokomotiven in den Dienst gestellt.

Die Fortschritte, welche die elektrische Zugförderung im Jahre 1924 auf den Schweizer Bundesbahnen zu verzeichnen hat, können aus der folgenden Übersicht ersehen werden.

	1923	1924	Zunahme von 1923 auf 1924
Kilometrische Gesamtleistungen der Lokomotiven	35 020 299	39 269 741	12,13 %
Leistung der Dampflokomotiven	29 063 449	29 576 854	1,77 %
Verhältnis zur Gesamtleistung .	83 %	75 %	—
Leistung der elektrischen Lokomotiven	5 956 850	9 692 887	62,72 %
Verhältnis zur Gesamtleistung .	17 %	25 %	—

Am 31. Dezember 1924 betrug die Länge des elektrisch betriebenen Netzes 666 km. Im Januar 1925 wurde die elektrische Zugförderung weiter ausgedehnt und der Betrieb verschiedener Werkstätten auf die Instandsetzung der elektrischen Lokomotiven umgestellt. Bis zum 31. März 1925 hatten die für den elektrischen Zugbetrieb eingerichteten Strecken einen Umfang von 795 km erreicht. Schn.

Einige Preise zur Kennzeichnung der Wirtschaftslage.

Aus Unterlagen über die finanzielle Lage der Deutschen Reichsbahn entnehmen wir folgende Preise, die die derzeitige Wirtschaftslage kennzeichnen und für die Gestaltung der Ausgabenseite des Unternehmens von grundlegender Bedeutung sind.

Es kostete etwa	am 1. Oktober 1924 RM.	am 1. Dezember 1925 RM.	also Steigerung rund %
1 cbm Erdaushub einschl. Absteifung	2,80	3,50	25
1 cbm Zementbeton	16,—	18,—	12
1 cbm aufgehendes Mauerwerk	40,—	45,—	12
1 lfd. m Abbinden des Dachverbandes	0,60	0,80	33
1 qm gespundete Dachschalung (23 mm)	3,40	4,—	18
Im ganzen kostet 1 cbm umbauter Raum . . .	28,—	34,—	21
1 lfd. m Gleisumbau bei Hauptgleisen	5,80	6,90	20
1 lfd. m Bettungserneuerung für Hauptgleise	4,20	5,60	33
Umbau einer einfachen Weiche	350,—	465,—	33
Umbau einer doppelten Kreuzungsweiche . . .	550,—	640,—	16

Auch auf dem Gebiete der Materialien zeigen sich bei einzelnen Stoffen Verteuerungen, so schon bei Stabeisen, das im Durchschnitt von 125 auf 134 RM. für die t, also um 7 % gestiegen ist.

Ferner sind Preissteigerungen eingetreten bei Ölen.

So ist der Preis für

100 kg Mineralschmieröl von 23 RM. auf 27 RM., also um 17 %,
100 kg Heifsdampföl von 56 RM. auf 64 RM., also um 14 %
gestiegen.

Erhebliche Steigerungen finden sich auch bei den Preisen für Fahrzeuge. Hier ergibt sich folgendes Bild:

	am 1. Oktober 1924 RM.	am 1. Dezember 1925 RM.	also Steigerung %
G-Wagen 15 t mit Bremse .	3 075,—	3 700,—	20
O-Wagen 20 t	2 350,—	2 870,—	22
4. Klasse Vorortwagen (2 Achsen mit Abort) ohne Radsätze	15 700,—	16 850,—	7
Elektr. Schnellzuglok. . . .	263 000,—	370 000,—	41
davon			
1 kg elektr. Ausrüstung . .	3,72	5,10	37
1 kg Wagenteile	1,22	1,78	46
Elektr. Flachland-Güterzuglok.	245 000,—	354 300,—	45
davon			
1 kg elektr. Ausrüstung . .	3,37	4,62	37
1 kg Wagenteile	1,09	1,46	34

Diesen Kostensteigerungen stehen auf keinem Gebiete Preissenkungen gegenüber, die geldlich irgendwie ins Gewicht fallen.

Dagegen erzielt die D. R. G. gegenüber dem Jahre 1919 Ersparnisse durch Verminderung des Kohlenverbrauchs (für 1000 Lok.-km 1919 19,74 t, jetzt 13,5 t) und Verminderung des Ölverbrauchs (für 1000 Lok.-km 1919 26 kg, jetzt 18,2 kg. Dr. Ue.

Digitized by Google

Lokomotiven und Wagen.

Die Hochleistungs-Lokomotive der Boston- und Albany-Bahn.

Von F. Meineke.

Hierzu Tafel 5.

Die Lima-Lokomotivwerke, die früher u. a. Gelenklokomotiven nach Shay bauten, pflegen seit einer Reihe von Jahren auch den Bau grofser Lokomotiven und haben in diesem Jahre eine 2 D 1 Lokomotive herausgebracht, die viel bemerkenswerte Züge aufweist. Während die in den Vereinigten Staaten in wachsendem Umfang in schwerem Reiseverkehr verwendete 2 D 1 aus der 2 C 1 hervorgegangen ist, wurde die Hochleistungs-1 D 2 aus der 1 D 1 entwickelt. Die Boston- und Albany-Bahn besitzt eine Reihe „Mikado"-Lokomotiven mit dem gleichen Triebwerk der neuen Type, jedoch ist der Rost ganz wesentlich gröfser. Gleichzeitig sind an der neuen Lokomotive (siehe Taf. 5) zahlreiche Gedanken verwirklicht, die alle das Ziel haben, die Lokomotive möglichst leicht und sparsam zu gestalten. Zum Vergleich sind die Hauptmafse beider Lokomotiven angeführt:

		1 D 1	1 D 2	Zunahme
Zylinder Durchmesser .	d mm	711	711	
Kolbenhub	s „	762	762	
Treibrad Durchmesser .	D „	1600	1600	
Dampfdruck	p kg/qcm	15	17	
Rostfläche	qm	6,1	9,3	1,5
Wasserber. Heizfläche verdampfend	„	425	475	
Überhitzerfläche . . .	„	165	195	
Gesamtheizfläche . . .	„	590	670	1,14
Gewicht auf d. Treibrädern	t	112,2	112,2	
„ gesamt	t	152,0	174,0	1,15
$Z = a \cdot \frac{d^2 \cdot s}{D} p$ . . $a =$		0,9	0,75	
Zugkraft der Hauptmaschine allein . . .	t	30,9	31,5	
Zugkraft d. Hauptmaschine mit Hilfsmaschine . .	t	35,2	37,5	
$\frac{\text{Heizfläche}}{\text{Rostfläche}}$	qm	97	72	

Demnach ist in erster Linie der Rost vergröfsert worden, und in dem gleichen Verhältnis kann die Leistung steigen, weil die Heizfläche auch für den vergröfserten Rost noch ausreicht. Eine Leistungssteigerung von 50 % steht aber einer Gewichtszunahme von nur 15 % gegenüber, was ohne besondere Sorgfalt im Entwurf nicht erreichbar ist.

Zunächst ist es klar, dafs eine Feuerbüchse von 9,3 qm Fläche zur Unterstützung zwei Laufachsen braucht, wodurch der Übergang zur 1 D 2 Anordnung gegeben war. Um nun an Gewicht zu sparen, und das Durchschneiden des Aschkastens durch den Rahmen zu vermeiden, hört der Hauptrahmen an der Feuerbüchse auf. Die beiden Schleppachsen liegen in einem Deichselgestell mit selbständigem Rahmen, an dem der Zugkasten sitzt und auf dessen hinteres Ende sich die Feuerbüchse stützt (Textabb. 1). Wir haben also eine Bauart wie sie zuerst Rimrott für Gelenklokomotiven angegeben hat; der Vergleich wird noch zutreffender, wenn man beachtet, dafs das Deichselgestell durch eine Hilfsmaschine angetrieben wird. Diese Maschine schickt ihren Abdampf nicht durch das Blasrohr, sondern pufft am Schornstein vorbei; durch diese Anordnung leidet die Dampferzeugung, weil ein richtig entworfener Kessel so viel Dampf liefert, wie durch das Blasrohr entweicht, aber nicht mehr.

Von den beiden Hauptfragen, die beim Entwurf grofser Lokomotiven auftreten, ist die erste, die nach dem Bogenlauf, gut gelöst. Die zweite bezieht sich auf die Luftzufuhr unter den Rost. Auch das ist durch das Abschneiden des Hauptrahmens gut gelungen, denn der Aschkasten ist im Deichselrahmen eingebaut, so dafs er nicht unterteilt oder stark eingezogen zu werden brauchte. Er schwingt nun aber beim Bogenlauf unter der Feuerbüchse und deshalb kann er nicht dicht an dem Bodenring anschliefsen. In Europa würde diese Bauart wohl bedenklich erscheinen, weil das Feuer nicht genügend gedämpft werden kann.

Die Feuerbüchse ist ohne Verbrennungskammer ausgeführt, obgleich ihre Heizfläche und ihr Inhalt im Verhältnis zur Rostfläche sehr klein sind. Die Amerikaner verlangen sonst einen Inhalt von 1,37 cbm auf 1 qm Rostfläche und die Feuerbuchs-Heizfläche sollte auch mindestens 4,5 mal gröfser als die Rostfläche sein. Diesen Regeln entspricht die Lokomotive nicht; es kann aber auch sein, dafs man eine besonders grofse Rostfläche gewählt hat, die gering beansprucht werden soll. Der Einbau einer Verbrennungskammer hätte auch den Langkessel verkürzt, der mit 6,1 m Rohrwandabstand etwas grofs für die gewählten Rohrdurchmesser ist. Die Siederohre messen 57 mm aufsen; die Rauchrohre 89 mm aufsen mit je zwei Überhitzerrohren von 25 mm Durchmesser.

Der Regler liegt nicht im Dom, sondern in der Rauchkammer, drosselt also den Heifsdampf. Das bringt keinen wärmetechnischen Vorteil, weil dadurch die Dampftemperatur zusammen mit dem Druckabfall sinkt; drosselt man aber den Nafsdampf, so wird er trockener und die Heifsdampftemperatur höher. Bei Verschiebebewegungen ist die Lage des Reglers im Heifsdampf angenehm, auch ermöglicht sie den Betrieb der Speisewasser- und Luftpumpen mit Heifsdampf.

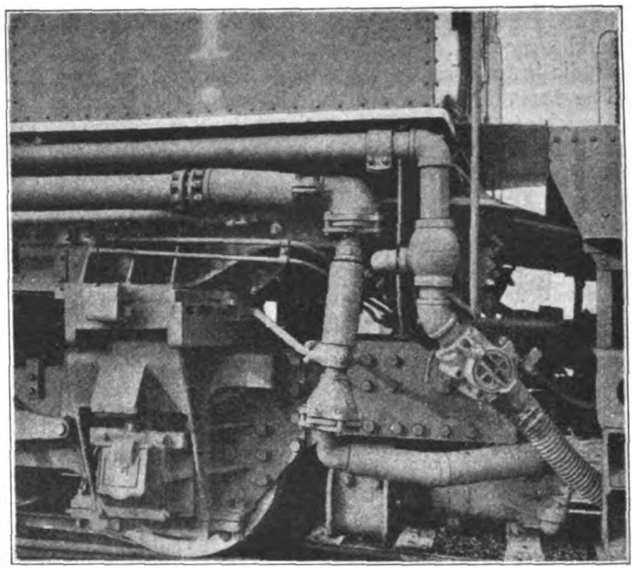


Abb. 1. Lagerung der Feuerbüchse auf dem Deichselgestell. Die Rohrleitungen für die Hilfsmaschine (Booster) sind auch gut sichtbar.

Die Lokomotive hat nur zwei Zylinder, so dafs sich Kolbenkräfte von 67 t ergeben. Sie mufsten deshalb in Stahl gegossen werden; natürlich haben sie gufseiserne Laufbüchsen. Das Gufsstück (Abb. 2) ist dadurch einfacher geworden, dafs die Ausströmkanäle nur zum Teil eingegossen worden sind; zum anderen Teil sind sie aus Krümmern gebildet, die an den Auspuffkästen angeschraubt sind.

Die Steuerung gibt nur Füllungen bis 60 %, ein Mittel zur Dampfersparnis, das von der Pennsylvaniabahn schon vor Jahren angewendet worden ist, weil die Führer gewohnt sind, in Steigungen voll ausgelegt zu fahren. Zum Ausgleich ist der Dampfdruck von 15 auf 17 at erhöht worden. Kleine Hilfskanäle füllen bei ganz angelegter Steuerung nach, um das Anfahren zu sichern. Die so erreichten grofsen Füllungen sind vorn gröfser als hinten, was wegen der endlichen Stangenlänge gleich grofse Anzugskräfte ergibt. Diese Erkenntnis ist zwar nicht neu, aber wenig verbreitet (Abb. 3). Das Anzugmoment ist gleich a mal Kolbenkraft. Zu gleichem a des rechten Zylinders gehören aber vorn gröfsere Füllungen des linken Zylinders als hinten. Die Abb. 4 und 5 zeigen den Zusammenhang zwischen a/r, Stangenlänge und Füllung; man erreicht gleiches Anzugmoment mit 0,7 Füllung hinten und 0,8 vorn, wenn bei Vorwärtsfahrt die rechte voreilende Kurbel anzieht.

Neuartig ist auch die Lagerung der Treib- und hinteren Kuppelstange. Wie man aus Abb. 6 sieht, wirkt nicht die volle Kolbenkraft auf den Treibzapfen, sondern der Anteil der hinteren Kuppelstange wird unmittelbar durch die Lagerbüchse übertragen. Die Reibungsarbeit und die Beanspruchung des Treibzapfens wird da-

Digitized by Google

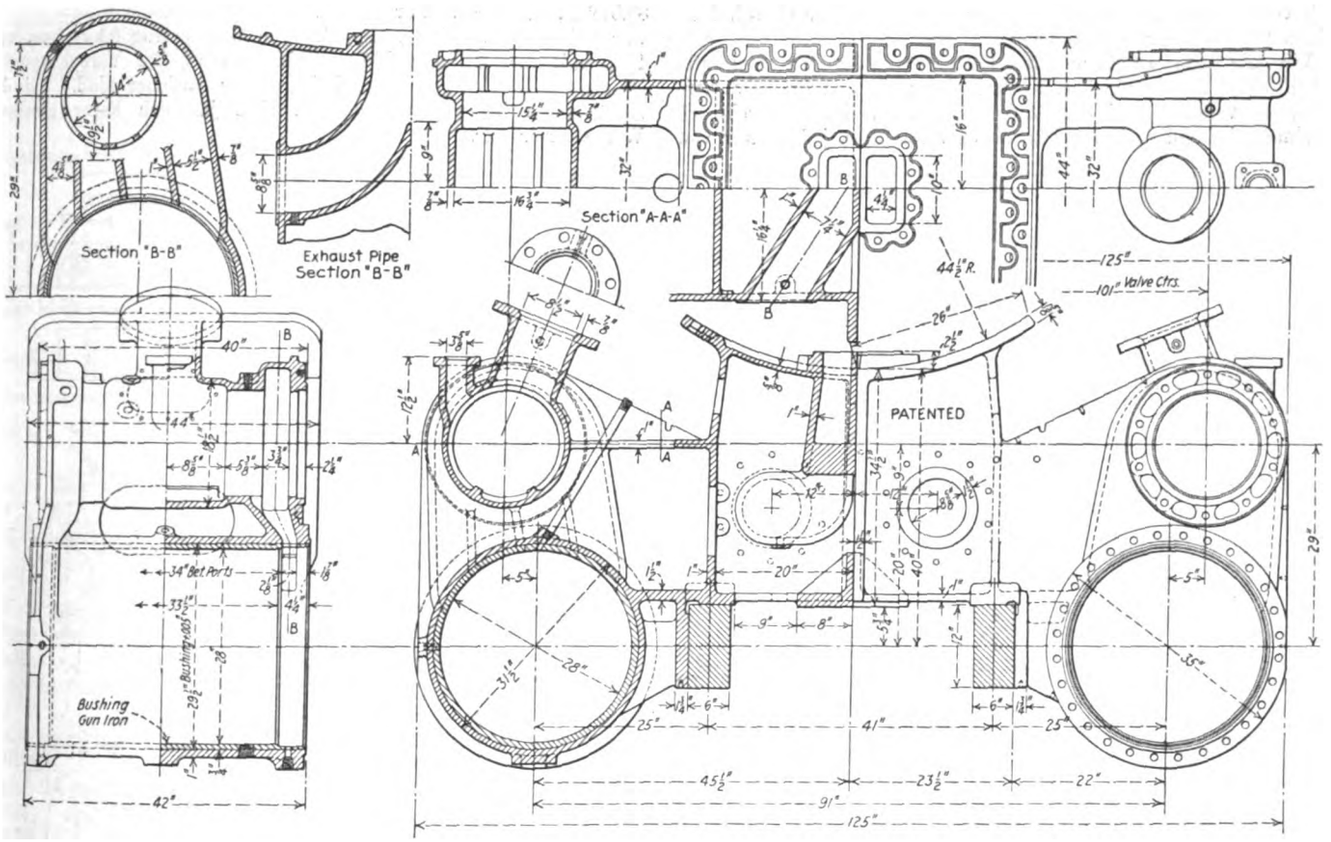


Abb. 2. Dampfzylinder.

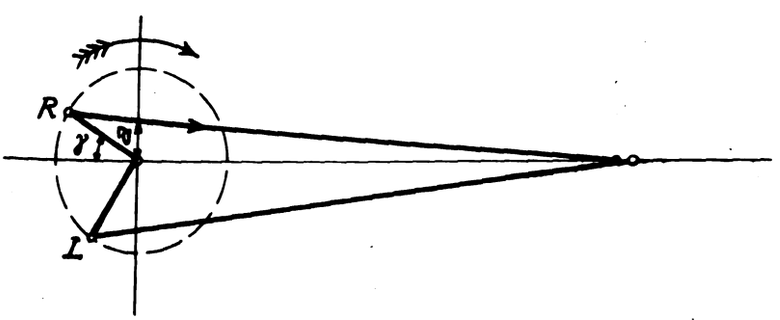


Abb. 3.

Erklärung zu Abb. 2.

Section A A A = Schnitt A A A.
Section B B = Schnitt B B.
Exhaust Pipe Section B B = Abdampfrohr, Schnitt B B.
Valve Ctrs = Schiebermittenentfernung.
Patented = Patentiert.
Bet. Ports = Zwischen den Kanälen.
Bushing Gun Iron = Büchse aus Kanonenstahl.

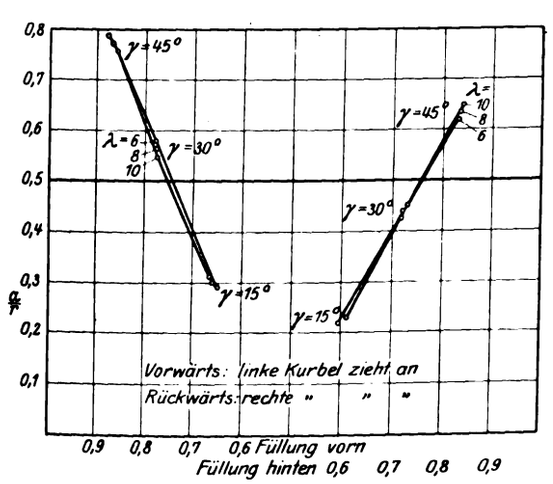


Abb. 4. Abhängigkeit des Anzugmomentes von der Füllung und der Stangenlänge $\lambda = \frac{\text{Stangenlänge}}{\text{Kurbellänge}}$.

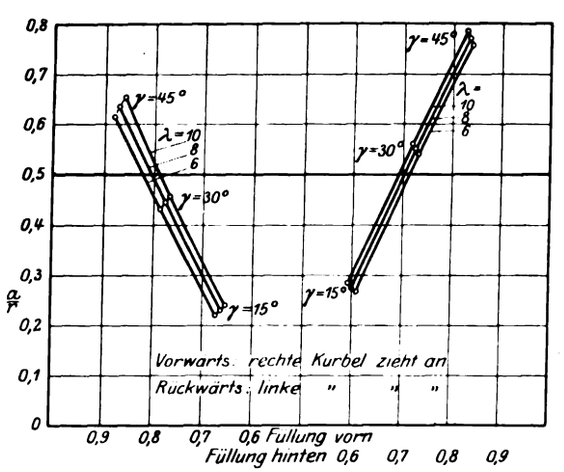
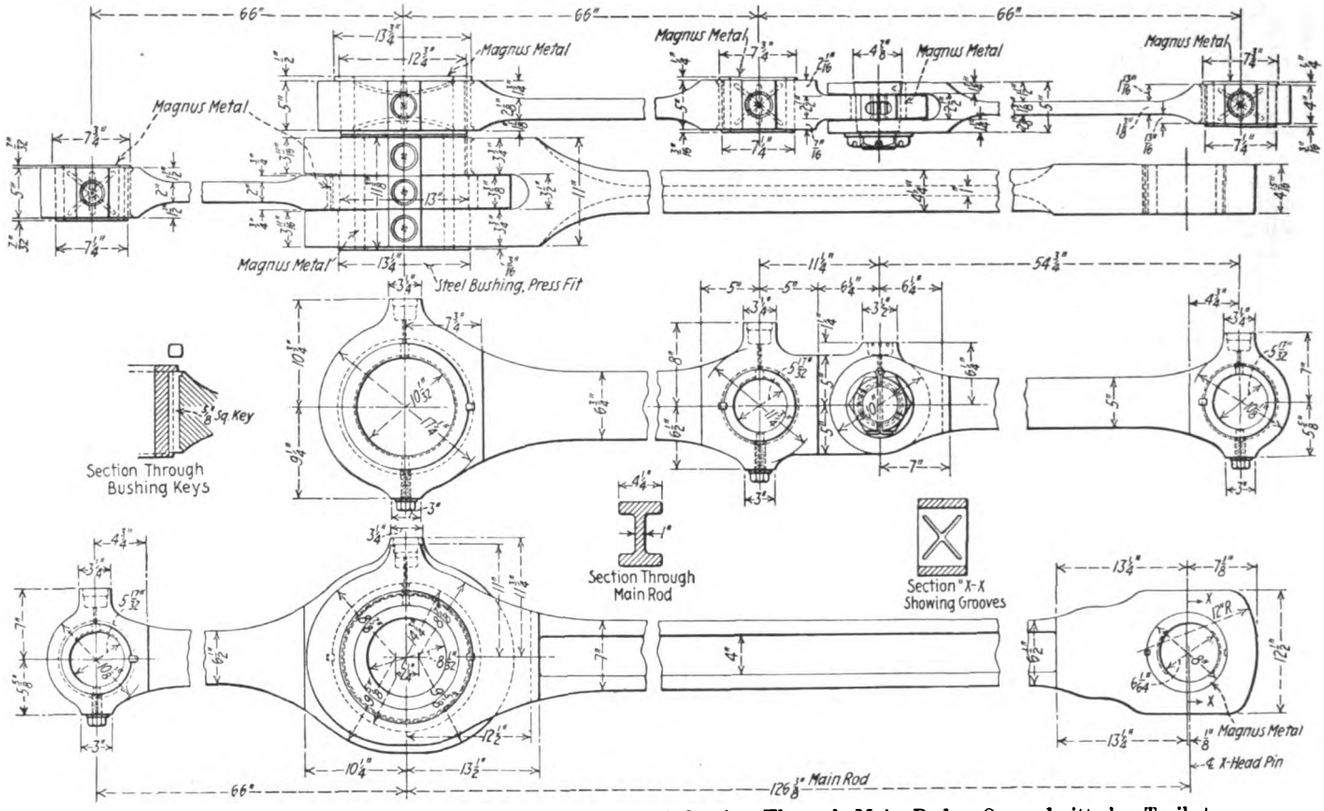


Abb. 5. Abhängigkeit des Anzugmomentes von der Füllung und der Stangenlänge $\lambda = \frac{\text{Stangenlänge}}{\text{Kurbellänge}}$.

Digitized by Google

durch vermindert. Entgegen sonstiger amerikanischer Gewohnheit ist kein Stangenlager nachstellbar.

Wie alle neuen amerikanischen Lokomotiven ist auch diese mit mechanischem Rostbeschicker, Kraftumsteuerung und Speisewasservorwärmer versehen. Sie hat Baker-Steuerung. Das Blasrohr ist ausnahmsweise und zu Versuchszwecken verstellbar, jedoch nur von 89,51 % angegeben! Der Dampfverbrauch auf die indizierte PS/Std. war bei etwa 1950 PS am geringsten und betrug 9 kg ohne, und 10 kg mit den Hilfsmaschinen. Die Streuung der Versuchspunkte ist aber so stark, dafs diese Zahlen sehr unsicher sind. Bei den ungünstigen Versuchsbedingungen sind ja auch keine gewissen Werte erreichbar.



Magnus Metal = Magnusmetall.
Steel Bushing, Press Fit = Stahlbüchse, Prefssitz.
Section Through Bushing Keys = Schnitt durch Büchsenkeil.
Section Through Main Rod = Querschnitt der Treibstange.
Section XX, Showing Grooves = Schnitt XX mit Schmiernuten.

Abb. 6. Treib- und Kuppelstangen.

der Rauchkammer, nicht vom Führerstand aus. Dafs das ganze Führerhaus am Kessel befestigt ist, folgt aus dem Fehlen des Hauptrahmens unter der Feuerbüchse.

Mit der Lokomotive wurden Mefsfahrten unternommen, wozu ein Mefswagen diente und die Lokomotive mit Indikatoren, Manometern und Thermometern reichlich versehen wurde. Der Wasserbehälter wurde geeicht und ein Kohlenmefsbehälter aufgestellt. Die Versuche fanden mit Zügen von 2300 t Gewicht auf einer Strecke von 75 km Länge statt, welche Steigungen bis 1:95 mit vielen Bögen aufweist. Die Versuchsstrecke war lang genug, um den Kohlenverbrauch genügend genau zu messen, jedoch waren die Steigungen so wechselnd, ja sogar mit Gefällen durchsetzt, dafs die Verbrauchszahlen nur Mittelwerte verschiedenster Arbeitslagen darstellen. Sie haben nur Wert im Vergleich mit anderen Lokomotiven. Tatsächlich fuhr auch eine der 1 D 1 gleichzeitig mit einem etwas leichteren Zuge, an der aber die 2 D 1 dank ihrer höheren Dampflieferung auf einer 35 km langen viergleisigen Überholungsstrecke glatt vorbeilief. Die Quelle (Railway Age 12. Sept. 1925) bringt als Vergleichszahlen folgendes:

Stündlicher Kohlenverbrauch	Leistung am Zughaken. PS 1 D 2	1 D 1	Mehrleistung %
5000 Pfd. = 2,270 t	1480	1200	23,5
5500 „ = 2,500 „	1000	1250	28
6000 „ = 2,730 „	1750	1320	33

In der Ersparnis drückt sich der Einflufs der kleineren Füllung von 60 % gegen etwa 85 % und der geringeren Rost- und Kesselanstrengung aus. Der Kesselwirkungsgrad wird sogar von 72,2 bis

Es ist erfreulich, dafs man auch in Amerika beginnt, anstatt die Gröfse der Lokomotive nur zu steigern, sie auch sparsamer zu machen und durch Versuche die Ursachen grofsen Verbrauchs festzustellen. Amerika kann hierin von Europa noch viel lernen.

Amerikanische Dreizylinderlokomotiven.

(Railway Age 1925, 1. Halbj., Nr. 24.)

Die Geschichte der Dreizylinderlokomotive reicht in Amerika bis in das Jahr 1848 zurück, wo die Philadelphia Wilmington und Baltimore Bahn — jetzt ein Teil der Pennsylvania Bahn — zwei Stück 2 B-Zweizylinderlokomotiven in Dreizylinderlokomotiven umbaute, ohne dafs sich diese Anordnung damals oder in den folgenden Jahrzehnten hätte durchsetzen können. Erst vor ein paar Jahren hat die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft den Gedanken wieder aufgegriffen, als bei der dauernden Steigerung der Lokomotivleistungen die Unterbringung zweier genügend grofser Zylinder innerhalb der Umgrenzungslinie Schwierigkeiten zu machen begann. Die erste derartige 2 D 1-Dreizylinderlokomotive kam im November 1922 für die New York Central Bahn zur Ablieferung, ein Jahr später folgte eine fast gleiche Lokomotive für die Lehigh Valley Bahn. Da diese Lokomotiven gegenüber ähnlichen Zweizylinderlokomotiven einen wesentlich gröfseren gesamten Zylinderinhalt erhalten und daher mit kleineren Füllungen arbeiten konnten, zeigten sie wesentlich günstigere Verbrauchszahlen. Dieser Umstand in Verbindung mit der gegenüber der Zweizylinderlokomotive etwas besseren Ausnützung der Reibung hat der neuen Bauart in Amerika trotz ihrer Mehrteiligkeit rasch zu gröfserer Verbreitung verholfen. Heute sind schon 52 Dreizylinderlokomotiven für zehn amerikanische und zwei fremde Bahnen fertiggestellt bzw. kurz vor der Ablieferung. Die

Digitized by Google

Zusammenstellung amerikanischer Dreizylinderlokomotiven.

Laufende Nummer	1*)	2**)	3	4	5	6	7	8	9	10***)	11†)	12	13††)	14
Bauart	D - h 3	1 D1 - h 3	1 D1 - h 3	1 D1 - h 3	1 D1 - h 3	2 C1 - h 3	2 C1 - h 3	2 C1 - h 3	2 C1 - h 3	2 D1 - h 3	2 D1 - h 3	2 D1 - h 3	2 E1 - h 3	2 E1 - h 3
Eigentumsbahn	New York, New Haven und Hartford	Süd-Mandschurische Bahn	Louisville und Nashville	Missouri Pacific	Wabash	Chicago, Rock Island und Pacific	Missouri Pacific	Louisville und Nashville	Japanische Staatsbahn	New York Central	Lehigh Valley	Delaware, Lackawanna und Western	Southern Pacific	Union Pacific
Baujahr	Dez. 1924	Juni 1924	Nov. 1924	Febr. 1925	März 1925	Dez. 1924	Januar 1925	1925	—	Nov. 1922	Okt. 1923	April 1925	1925	1925
Anzahl der Lokomotiven Stück	10	5	1	1	5	1	1	1	1	1	6	2	16	1
Kesselüberdruck p . at	15	12,6	15	15	15	13,4	13,4	13,4	12,6	15	15	15	15,8	14,8
Zylinderdurchmesser d mm	3 × 559	3 × 571	1 × 584 2 × 584	1 × 584 2 × 584	1 × 584 2 × 635	3 × 571	3 × 571	3 × 571	3 × 451	3 × 635	3 × 635	3 × 635	1 × 635 2 × 635	1 × 635 2 × 635
Kolbenhub h . . . . „	711	660	1 × 711 2 × 813	1 × 711 2 × 813	1 × 711 2 × 813	3 × 711	3 × 711	3 × 711	3 × 660	3 × 711	3 × 711	3 × 711	1 × 711 2 × 813	1 × 711 2 × 762
Heizfläche der Feuerbüchse qm	—	23,0	32,0	32,47	—	—	—	—	—	22,5	36,4	—	36,2	36,2
Heizfläche der Rohre „	—	321,0	370,0	319,50	—	—	—	—	—	456,0	402,9	—	491,1	481,4
„ des Überhitzers . . . . . „	—	88,0	92,3	97,60	—	—	—	—	—	200,5	116,0	—	139,3	139,8
Heizfläche im ganzen H. . . . . „	—	432,0	494,3	449,57	—	—	—	—	—	679,0	555,3	—	666,6	657,4
Rostfläche R . . . „	—	6,2	6,57	6,2	—	—	—	—	—	6,2	7,85	—	8,33	7,8
Durchmesser der Treibräder D . . . . mm	1448	1372	1600	1600	1626	1880	1854	1854	1600	1753	1753	1854	1613	1600
Ganzer Achsstand der Lokomotive . . . „	—	10414	—	11405	—	—	—	—	—	12370	12548	—	13792	13437
Reibungsgewicht G_1 . t	111,3	88,2	111,3	110,6	114,0	84,7	86,6	80,2	48,5	109,3	111,9	116,0	143,2	130,8
Dienstgewicht der Lokomotive G . . „	111,3	121,8	151,4	154,0	155,0	136,4	141,0	134,0	85,0	167,0	167,5	173,0	200,5	184,3
Dienstgewicht des Tenders . . . . „	—	61,2	86,0	86,6	—	—	—	—	—	121,5	91,0	—	110	—
Vorrat an Wasser . cbm	—	22,7	—	37,85	—	—	—	—	—	57,0	—	—	45,4	45,4
Vorrat an Brennstoff t	—	10,9	—	12,7	—	—	—	—	—	14,5	—	—	15,1 cbm Öl	18,1
Zugkraft Z (nach der Quelle) . . . . . kg	27200	25400	29800	29800	29300	21000	21300	21300	13520	29300	29300	27700	37900	35400
H:R	—	69,7	75,2	72,5	—	—	—	—	—	109	71	—	79,8	84,2
H:G	—	3,55	3,27	2,92	—	—	—	—	—	4,1	3,32	—	3,31	3,56

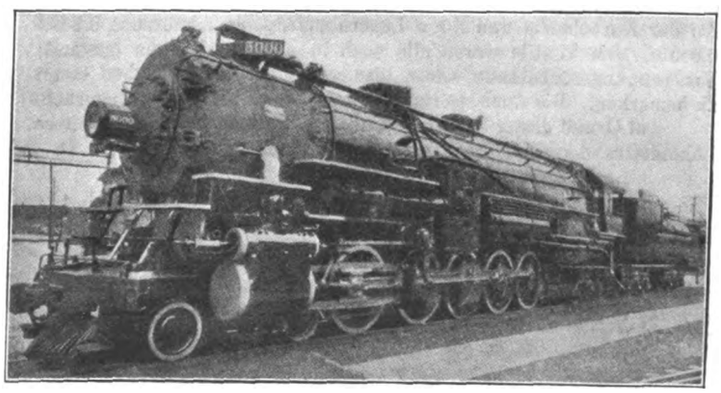
*) Organ 1925, S. 262. — **) Organ 1925, S. 36. — ***) Organ 1924, S. 17. — †) Organ 1924, S. 285. — ††) Organ 1925, S. 268.

Hauptabmessungen dieser Lokomotiven, die abgesehen vom Dreizylindertriebwerk die übliche amerikanische Bauart aufweisen, sind aus der Zusammenstellung zu entnehmen. Sämtliche Lokomotiven sind von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebaut.

Die im Betrieb befindlichen Lokomotiven scheinen sich gut zu bewähren. Vor allem wird betont, dafs sich die Unterhaltungskosten nicht höher, teilweise sogar niedriger stellen als bei ähnlichen Zweizylinderlokomotiven. Bei Berücksichtigung der grofsen Zylinderabmessungen der amerikanischen Zweizylinderlokomotiven und der daraus folgenden ungewöhnlichen Zapfen- und Lagerbeanspruchungen scheint dies auch durchaus möglich.

Die bauliche Durchbildung des Triebwerks entspricht auch bei den neuesten 2 E 1 - Lokomotiven, von denen diejenige der Southern Pacific Bahn in der Textabbildung dargestellt ist, noch der schon bei den beiden ersten Lokomotiven besprochenen, in Deutschland schon seit zehn Jahren verlassenen Form. Dagegen wird die Kropfachse, die bei den ersten Lokomotiven aus einem Stück geschmiedet war, jetzt aus fünf Teilen, zwei Endstücken, zwei Kurbelarmen und einem Zapfenstück zusammengesetzt, da die erste Ausführung anscheinend nicht befriedigt hat. Die Kurbelarme sind dabei als Gegengewichte für die innere Kurbel ausgebildet In dieser Ausführung soll die Kropfachse ebenso dauerhaft sein, wie die Treibachse einer Zweizylinderlokomotive gleicher Leistung.

Eine der neuen Lokomotiven, die 1 D 1 - h 3 - Lokomotive der Missouri Pacific Bahn wurde als erste Dreizylinderlokomotive auf dem Prüfstand der Pennsylvania Bahn in Altoona genauen Messungen unterzogen. Von insgesamt 28 Fahrten dauerte der gröfste Teil etwa eine Stunde, die andern zwischen 15 Minuten und zwei Stunden. Der Regler war stets ganz geöffnet und als Fahrgeschwindigkeit wurden 40, 80, 120 und 160 Umdrehungen in der Minute gewählt,



2 E 1 - h 3 Lokomotive der Southern Pacific Bahn.

entsprechend etwa 12, 24, 36 und 48 km/Std. Bei den ersten sechs Fahrten war die Dampferzeugung mangelhaft; nach entsprechenden Abänderungen an Blasrohr und Schornstein genügte der Kessel bei

Digitized by Google

den späteren Fahrten. Die Arbeit der Lokomotivmaschine war als gut anzusprechen. Die Lokomotive entwickelte bei einer Geschwindigkeit von 12 km/Std. und 90 % Füllung eine gröfste Zugkraft von 28000 kg. Die höchste Leistung betrug 3176 PSi bei einer Geschwindigkeit von 48 km/Std. und 60 % Füllung und mit einem Maschinenwirkungsgrad von 90 %. Ein gröfster Wirkungsgrad von 94 % wurde bei 24 km/Std. mit 80 bis 90 % Füllung erreicht. Besonders bemerkenswert war die Feststellung, dafs im Gegensatz zu ähnlichen Zweizylinderlokomotiven, bei denen bei Geschwindigkeiten über 200 Umdrehungen in der Minute die Erschütterungen aus den unausgeglichenen hin- und hergehenden Massen so stark wurden, dafs zur Schonung des Prüfstands zusätzliche Gegengewichte in den Rädern angebracht werden mufsten, die Dreizylinderlokomotive bis zu 235 Umdrehungen in der Minute erreichen konnte, bis dieser Fall eintrat. Bei allen Geschwindigkeiten sollen auch die Zugkraftlinien wesentlich gleichmäfsiger gewesen sein als bei Zweizylinderlokomotiven. Leider wurden aber keine Drehkraftdiagramme aufgenommen, die geeignet gewesen wären, über die diesbezüglichen Eigenschaften der Zwei- und Dreizylinderlokomotiven einmal volle Klarheit zu schaffen. R. D.

Versuchsergebnisse der ersten amerikanischen Diesel-elektrischen Lokomotive.

(Railway Age 1925, 2. Halbj., Nr. 5.)

Die erste Diesel-elektrische Lokomotive in Amerika, von der schon früher berichtet wurde *), ist inzwischen bei verschiedenen Bahnen einer Reihe von Versuchsfahrten unterzogen worden. Am bemerkenswertesten ist ihr Dienst bei der New York-Central Bahn. Sie war dort vom 9. Juni bis 23. August 1924 in den regelmäfsigen Verschiebedienst eingeteilt; eine Zeit lang machte sie sogar ununterbrochen Dienst mit dreimaligem täglichen Wechsel der Mannschaft, die von einer Dampflokomotive übernommen wurde und in 15 Minuten angelernt worden sein soll. Die Lokomotive war innerhalb der angegebenen Zeit 833 Stunden im Dienst; 579 Stunden davon arbeitete die Maschine. In dieser Zeit waren 115866 Kilowattstunden verfügbar; ausgenutzt wurden davon nur 15063 oder 13 %. Sobald die Lokomotive länger als zehn Minuten stehen mufste, wurde die Maschine abgestellt. Der Ölverbrauch betrug im ganzen 9100 l oder 15,7 l für die Betriebsstunde. Dies bedeutet, dafs beispielsweise ein Kesselwagen mit Treiböl bei der Diesellokomotive zu derselben Arbeit genügt, für die bei einer üblichen Dampflokomotive derselben Leistung zwölf Wagen mit Kohle erforderlich wären. Da die Diesellokomotive genügend Treiböl für 48 Stunden mitführt, werden die Aufenthalte zur Ergänzung der Betriebsstoffe wesentlich verkürzt, auch fällt das Entschlack vollständig weg. Während der ganzen Zeit leistete die Lokomotive 584000 tkm, d. h. 64 tkm für jeden verbrauchten Liter Öl. Bei der genannten Ausnützung von 13 % betrug ferner der Brennstoffverbrauch im Durchschnitt 0,6 l für jede Kilowattstunde.

Die Abnützung der wichtigsten Teile zeigte sich nach dem ersten Betriebsjahr, in welchem die Lokomotive ingesamt 2227 Stunden im Dienst war, gering. Bei den Zylindern betrug sie 0,2 bis 1,0 mm, die Kolben zeigten gar keine Abnützung, ebenso die Kolbenringe. An der Kurbelwelle und ihren Lagern betrug die Abnützung 0,2 bis 0,8 mm. Die Ventile waren alle noch in ausgezeichnetem Zustand; Verbrennungsrückstände waren hier wie auch an den Kolben kaum zu bemerken. Die Ausbesserung nahm daher wenig Zeit in Anspruch.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse ist neuerdings eine weitere Lokomotive derselben Bauart gebaut worden. R. D.

1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der amerikanischen Great Northern Bahn.

(Railway Age 1925, 2. Halbj., Nr. 8.)

Die von Baldwin gebaute Lokomotive entspricht im allgemeinen der vor einem Jahr in Dienst gestellten Lokomotive der Chesapeake- und Ohio-Bahn *), ist aber wesentlich schwerer und leistungsfähiger als diese. Der Kessel hat die bei der Eigentumsbahn fast ausschliefslich verwendete Belpaire-Feuerbuchse mit einer 1829 mm langen Verbrennungskammer. Um möglichst alle Stehbolzen von aufsen zugänglich zu machen, ist das Führerhaus mit seiner Vorderwand fast ganz an die Stehkesselrückwand zurückgeschoben. Als Brennstoff dient Öl; jedoch ist am Tender schon die selbsttätige Rostbeschickungsanlage vorgesehen, so dafs ein Wechsel leicht möglich ist. Der Vanderbilt-Tender hat einen aus einem Stück gegossenen Stahlgufsrahmen und ruht auf zwei dreiachsigen Stahlgufs-Drehgestellen.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	14,8	at
Zylinderdurchmesser d	711	mm
Kolbenhub h	818	„
Kesseldurchmesser innen (gröfster)	2769	„
Feuerbüchse: Länge	3658	„
„ : Weite	2438	„
Heizrohre: Anzahl	310	Stück
„ : Durchmesser	57	mm
Rauchrohre: Anzahl	68	Stück
„ : Durchmesser	140	mm
Rohrlänge	7315	„
Heizfläche der Feuerbüchse	40	qm
„ der Rohre	623	„
„ des Überhitzers	176	„
„ — im Ganzen — H	839	„
Rostfläche R	10	„
Durchmesser der Treibräder D	1600	mm
„ der Laufräder vorn und hinten	838	„
Fester Achsstand	5029	„
Achsstand der Kuppelachsen	13284	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	17729	„
„ „ „ „ einschl. Tender	29350	„
Reibungsgewicht G_1	242	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	270	t
Vorrat an Wasser	63,5	cbm
„ „ Brennstoff (Öl)	22	„
Gröfste Zugkraft (nach der Quelle)	57800	kg
H : R	83,9	
H : G	3,1	
H : G_1	3,47	

R. D.

Grenzen des Dampflokomotivbaues.

Einen wertvollen Beitrag zur Frage der Grenze des Dampflokomotivbaues bringen die im Mai von den Baldwin-Werken erfolgten Lieferungen von je zwei schweren 2 D 1 und 2 C 1 Lokomotiven für die Südafrikanischen Bahnen, die bekanntlich nur Schmalspur von 1067 mm (Kapspur) besitzen. Das Triebwerk zeigt folgende Abmessungen:

2 C 1: 559/660/1524 mm
2 D 1: 585/660/1448 mm.

Erstere Lokomotive wiegt dienstfähig 96 t, letztere 114 t, also bereits mehr als die P 10 Lokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Bezeichnenderweise haben diese beiden Typen in den südafrikanischen Zeitungen die Bezeichnung Big Bill und Big Bertha (dicker Wilhelm und dicke Bertha) erhalten.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, dafs die amerikanische Grofse Nordbahn kürzlich 1 D - D 1 Vierlings-Mallet-Lokomotiven in Dienst stellte, die 242 t Reibungsgewicht, also mehr als 30 t für die gekuppelte Achse und 270 t Dienstgewicht aufweisen. Der Kessel zeigt 10 qm Rostfläche und 840 qm wasserberührte Heizfläche. Gefeuert wird zwar vorläufig mit Öl, doch ist die Möglichkeit des Einbaues selbsttätiger Kohlenfeuerung vorgesehen. Die Leistung einer solchen Lokomotive dürfte auf wesentlich über 4000 PSi zu veranschlagen sein. Metzeltin.

*) Organ 1925, S. 37.

*) Organ 1924, S. 329.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Die vierfach gekuppelte Personenzuglokomotive in Europa.

Herr Reichsbahnrat R. Dannecker, Stuttgart, hat kürzlich in dieser Zeitschrift *) in einem sehr interessanten Aufsatz die bisher in Europa gebauten vierfach gekuppelten Personenzuglokomotiven besprochen. Diese Besprechung klingt in die Ansicht aus, dafs die Weiterentwicklung der vierfach gekuppelten Schnell- und Personenzuglokomotiven nicht in der Bauform 2 D 1, sondern richtiger in der Bauform 1 D 2 zu suchen ist. Dieser Ansicht mufs voll und ganz beigepflichtet werden, da tatsächlich diese Bauart viele Vorteile und Vereinfachungen in der Konstruktion mit sich bringt.

*) Organ 1925, Nr. 20, S. 411.

Digitized by Google

Aus allen im obigen Aufsatz für die 1 D 2 Bauart sprechenden Erwägungen habe ich bereits im Juli 1917 für die damaligen k. k. österreichischen Staatsbahnen eine 1 D 2 - h 4 v Sz-Lokomotive, nach beigefügter Abb. 1 entworfen, die sich an die Gölsdorfsche 1 C 2 - h 4 v Sz-Lokomotive, Reihe 310, sehr anlehnt und von dieser viele Einzelteile übernimmt. Wie die 1 C 2 Lokomotive besitzt die 1 D 2 Bauart vorne ein Krauss-Helmholtz-Gestell und hinten ein

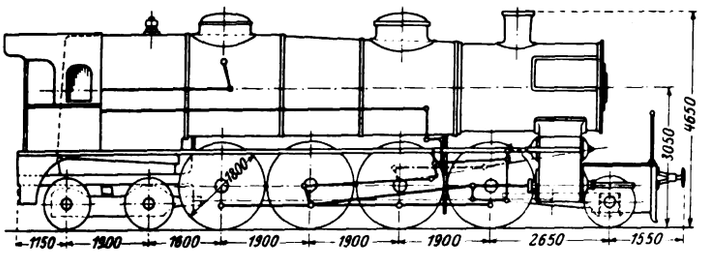


Abb. 1.

zweiachsiges Deichselgestell. Die zwei mittleren Treibachsen sollten schwächer gedrehte Spurkränze erhalten. Entgegen der in Österreich üblichen Ausführung nur einer Treibachse für alle vier Zylinder, wurden bei dem Entwurfe, wie bei der „de Glehn" Bauart, zwei Treibachsen vorgesehen; die inneren Hochdruckzylinder, die mit den Niederdruckzylindern in gleicher Reihe liegen, treiben die zweite, die äufseren Niederdruckzylinder die dritte der gekuppelten Achsen. Da in Österreich eine sehr hohe Abbremsung des Lokomotivgewichtes als nicht notwendig angesehen wird, so konnten die Treib- und Kuppelräder so eng als möglich zu einander gestellt werden. Vorne in der Rauchkammer wurde ein Abgas-Speisewasservorwärmer vorgesehen. Zu einer Ausführung dieses, nur als Studie zu wertenden Entwurfes, kam es nicht.

Einer Mitteilung im Aufsatz des Herrn Reichsbahnrates R. Dannecker, die die Angabe aus der österreichischen Zeitschrift „Die Lokomotive" übernimmt, die 1 D 1 - h 4 v Lokomotive, Reihe 470, der österreichischen Bundesbahnen hätte gegenüber der 2 D - h 2 Sz-Lokomotive, Reihe 113, einen um 30 bis 40 % höheren Kohlenverbrauch mufs ich entgegentreten. Diese Angaben, die wohl nur aus flüchtig im Betriebe gemachten Schätzungen stammen und nicht aus unter ganz gleichen Voraussetzungen gemachten Leistungs-Versuchsfahrten gewonnen wurden, zeigen, wie oft bei Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Lokomotiven Fehler begangen werden, die sich sogar manchmal in ernsten Abhandlungen vorfinden.

Eine durchaus einwandfreie und richtige Beurteilung und ein zutreffender Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Lokomotiven ist äufsert schwierig, da es nur sehr selten möglich ist, für diesen Zweck ganz gleichartige Voraussetzungen und Grundlagen zu schaffen. So ist es z. B. unrichtig, den auf 1000 Tonnen-Kilometer bezogenen Brennstoffverbrauch verschiedener Lokomotiven miteinander zu vergleichen, wenn nicht die zu vergleichenden Lokomotiven auf ganz gleichen Strecken, unter annähernd gleichen Belastungen und Fahrzeiten den Dienst versehen und nicht auch fast gleiches Dienstgewicht samt Tender aufweisen. Ebenso ist es mit dem Vergleich von Brennstoffverbrauchsziffern, die auf die Zughakenleistung am Tender bezogen sind. In dieser ist nur der Arbeitsaufwand enthalten, welcher für den Wagenzug allein notwendig ist, nicht aber jener den die Lokomotive samt Tender erfordert. Dagegen ist der Brennstoffverbrauch für den ganzen Arbeitsaufwand für den Wagenzug + Lokomotive samt Tender in Rechnung gestellt. Ein richtiger Vergleich kann nur dann gemacht werden, wenn die Versuchsergebnisse von ganz gleichen oder sehr ähnlichen Streckenverhältnissen, bei fast gleichen Lokomotive und Tendergewichten, herrühren. Ferner ist es Bedingung, dafs der Erhaltungszustand der zu vergleichenden Lokomotiven annähernd der gleiche ist.

Es ist daher nicht richtig wenn z. B. in einem kürzlich veröffentlichten Lehrbuche die auf die Tenderzughaken-Leistung bezogenen Brennstoffverbrauchsziffern von zwei Lokomotiven verschiedener Herkunft miteinander verglichen werden, die bei der einen Lokomotive aus Probefahrten auf einer Strecke mit höchstens 10 ‰ Steigung stammen, dagegen jene von der anderen Lokomotive bei Versuchen auf einer Bergstrecke von 28 ‰ Höchststeigung gewonnen wurden.

Das Schaubild Abb. 2 läfst sehr deutlich erkennen, wie vorsichtig man bei Beurteilung der auf die Tenderzughaken-Leistung bezogenen Verbrauchsziffern sein mufs. Die Schaulinien stammen von Versuchsfahrten mit ein und derselben Lokomotive der österreichischen Bundesbahnen, auf einer 84 km langen Strecke, deren erste Hälfte als reine Flachlandbahn anzusehen ist, während die zweite Hälfte eine Hügellandbahn mit mehreren bis 9 km langen 10 ‰ Steigungen vorstellt. Die Schaulinien zeigen, dafs auf der Flachlandstrecke AB die Lokomotive bei einer Zughakenleistung von rund 360 PS_z den geringsten Kohlenverbrauch aufweist, wogegen dieser auf der Hügellandstrecke BC bei 500 PS_z liegt. Wird dagegen der Verbrauch an Kohle auf die mittlere Leistung für die ganze, 84 km lange Strecke AC bezogen, dann liegt der geringste Gebrauch bei etwa 435 PS_z.

Es wäre daher falsch z. B. den aus der mittleren Leistung für die ganze Strecke bei 500 PS_z. für 1 PS/Std. gefundenen Kohlenverbrauch, von etwa 1,96 kg bei 7000 WE, auch für die Hügellandstrecke in Anwendung zu bringen, wo er in Wirklichkeit nur 1,57 kg beträgt.

Am sichersten geht man, wenn die Verbrauchsziffern auf die indizierte Arbeit in der Lokomotiv-Dampfmaschine bezogen werden. Doch auch hier ist eine gewisse Vorsicht am Platze. Die Leistung einer Dampflokomotive berechnet sich bekanntlich aus der Gleichung $N_i = \frac{Z_i V}{270}$. Das Produkt $Z_i . V$ gibt denselben Wert, wenn einmal die Zugkraft Z_i grofs und die Geschwindigkeit V klein, oder umgekehrt die Zugkraft klein und die Geschwindigkeit grofs ist.

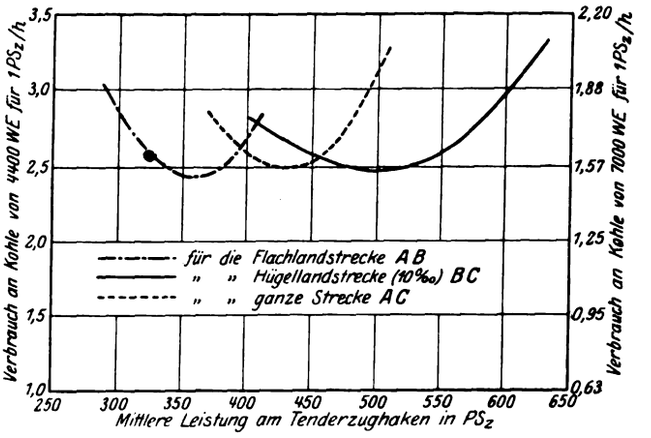


Abb. 2.

Nun ist bekanntlich für den Dampfverbrauch einer Lokomotive nicht mafsgebend die Zuggeschwindigkeit, sondern die Umdrehungszahl der Räder. Auch ist diese auf die Feueranfachung und den Verbrennungsvorgang von Einflufs. Daraus folgt, dafs für einen nach jeder Richtung einwandfreien Vergleich der Wirtschaftlichkeit zweier Lokomotiven es allein nicht genügen würde gleiche indizierte Pferdekraftleistungen als Grundlage zu wählen, sondern es müfste der Vergleich auch auf Leistungen bei gleichen Radumdrehungszahlen bezogen werden. Allerdings wird dieser letztere Vergleich in den meisten Fällen recht schwierig zu erfassen sein.

Ing. J. Rihosek, Wien.
Sektionschef a. D. Dozent für Lokomotivbau
an der Wiener Technischen Hochschule.

Zu den sehr interessanten Ausführungen des Herrn Reichsbahnrates Dannecker im Heft 20 erlaube ich mir folgendes hinzuzufügen:

Ordn.-Nr. 29: Franz. Ostb. Tr*) 450/710 × 720 × 1950; Kesselmitte 3050; R 4,4; H 23,9 + 218 + 92 = 333,9; 16 at; A 12970; G_l 102,6; G_r 74,3; G_d 112. Bei der Gruppe 2 D 1 ist noch zu bemerken, dafs auch die Span. M. Z. A. seit dem Sommer 1925 25 Stück 2 D 1 - h 2 S L im Betriebe hat. Diese Lokomotiven (Nr. 1701 bis 1725) sind von der Maquinista gebaut und haben folgende Abmessungen: Tr 620 × 710 × 1750; KSO 3050; R 5,0; H 19,2 + + 211,6 + 90,0 = 320,8; 14 at; A 12400; G_l 92,0; G_r 64; G_d 102,5.

*) Abkürzungen nach LON 51, A Achsstand, KSO Kesselmitte über Schienenoberkante, W Wasser, B Brennstoff, G_l, G_r, G_d Lokomotivleer-, Reibungs-, Dienstgewicht.

Digitized by Google

Tender vierachsig W 25; B 6; G_l 24,8; G_d 55,8. — Nach neuesten Meldungen hat auch die Belgische Staatsbahn 2 D 1-Lokomotiven im Bau.

Bei der Aufzählung der 1 D 1-Lokomotiven fehlt die London- und North-Eastern Ry. Nr. 2394, die in Wembly vorgeführt wurde*).

Gruppe 1 D 1-Tenderlokomotiven. Hierzu gehören auch die im Jahre 1924 von der Finnischen Staatsbahn beschafften Vorort-Tenderlokomotiven, Serie N 1, Nr. 761 bis 768, gebaut von der Hanomag. Tr 570 × 650 × 1600; R 2,1; H 10,2 + 110,3 + 37,5 = 158,0; 12 at; A 3700/10550; W 7,5; B 4,0; G_l 70,7; G_r 60,0; G_d 87,0.

Ferner befinden sich in Spanien verschiedene 2 D 2-Tenderlokomotiven im Betrieb, wovon ich folgende erwähne: M. Z. A.-Serie 1601 bis 1625, Baujahr 1925, Lieferfirma Maquinista. Tr 600 × 660 × 1600; R 4,0; H 14 + 178 + 54 = 242,0; 12 at; A 5100/12800; W 11, B 4,0; KSO 3050; G_l 81; G_r 57; G_d 105.

Ferrocarril de Betanzos al Ferrol. 2 D 2-Tenderlokomotiven. Baujahr 1916. Tr 550 × 650 × 1500; 12 at; G_l 1,72; G_r 56; G_d 93,5.

Ferrocariles transpirenaicos. Nr. 1 bis 8. Baujahr 1924. Tr 550 × 650 × 1500; 12 at; G_l 75; G_r 60; G_d 98.

*) Inzwischen beschrieben Organ 1925, S. 514.

Ferrocarril de Salamanca a la frontera de Portugal. Baujahr 1925. Sechs Stück 1 D 1 - h 2-Tenderlokomotiven. Tr 500 × × 650 × 1550; 12 at; G_l 55; G_r 52; G_d 76,5.

Vorgenannte Lokomotiven sind von der „Maquinista" gebaut.

Ferner hat die Andalusische Eisenbahn eine Serie von zehn Stück neuere 2 D 1 - h 2-Schnellzuglokomotiven in Bestellung gegeben, die im Frühjahr 1926 herauskommen. Tr 640 × 660 × × 1410; 13 at; H 288,0; G_l 80; G_r 70; G_d 90; Tender W 24; B 6 t; G_l 20; G_d 50.

Herr Professor Lotter München macht darauf aufmerksam, dafs in dem Aufsatz Danneckers die 2 D Lokomotive der italienischen Staatsbahnen, die schon im Jahre 1904 für die Giovi-Linie beschafft wurde, nicht erwähnt wurde. Diese Lokomotive war für die Strecke von Genua nach Ronco am Giovipasse mit einer 21 km langen Steigung von gröfstenteils 16‰, also für eine Gebirgsstrecke bestimmt, für die ja schon lange auch anderwärts vier- und fünffach gekuppelte Lokomotiven verwendet werden. Der Treibraddurchmesser ist daher auch nur 1400 mm. Allerdings hat die Lokomotive durch ihr zweiachsiges Drehgestell eine gewisse Verwandtschaft mit Personenzuglokomotiven und sei daher hier noch erwähnt. Eine kurze Beschreibung findet sich im Organ 1907 Seite 55. Die Schriftleitung.

Bücherbesprechungen.

Locomotive Cyclopedia of American Practice, 7. Ausgabe, 1925, herausgegeben von der maschinentechnischen Gruppe der Vereinigung der amerikanischen Eisenbahnfachleute. Verlag: Simmons-Boardman Publishing Co., London SW 1, 34 Victoria St.

Das vorliegende Werk ist erstmals im Jahre 1905 erschienen und umfafst heute über 1000 Seiten mit mehr als 2500 Abbildungen. Man könnte daran denken es mit der deutschen „Eisenbahntechnik der Gegenwart" zu vergleichen, der es auch nach Entstehung, Zweck und allgemeiner Einteilung ähnlich ist. Aber zwischen der deutschen und amerikanischen Art der Darstellung des Stoffes besteht ein grundlegender Unterschied. Das deutsche Werk enthält im Gegensatz zu der „Cyclopedia" verhältnismäfsig viel Theorie, bei ihm dienen die Abbildungen zur Erläuterung des Textes, der Amerikaner dagegen betrachtet diesen nur als notwendiges Übel zur Erläuterung der Abbildungen. Daraus erklärt sich die grofse Zahl dieser Abbildungen und daher sind sie auch, was besonders betont werden soll, zum grofsen Teil wesentlich besser und anschaulicher als in vielen von unsern technischen Werken. Das Ganze mag mit der verschiedenen Vorbildung des Eisenbahntechnikers zusammenhängen: bei uns meist der wissenschaftlich vorgebildete Fachmann, in Amerika vielfach der „Selfmademan", der naturgemäfs eher geneigt sein wird, die Probleme mehr roh und von aufsen her — der amerikanische Lokomotivbau mag als Beispiel hierfür dienen —, aber auch oft energischer anzufassen.

Das Werk selbst gliedert sich in siebzehn Abschnitte, die der Reihe nach die neuesten amerikanischen Lokomotiven und ihre Einzelteile behandeln. Ein alphabetisches Verzeichnis der wichtigsten Fachausdrücke und Bezeichnungen der Teile am Anfang des Buches wird für den Fachmann, der sich öfters mit dem amerikanischen Lokomotivbau zu befassen hat, besonders wertvoll sein. Im zweiten Abschnitt — neueste Lokomotiven — sind u. a. schon eine Reihe Drillingslokomotiven sowie die neuen Gelenklokomotiven mit einfacher Dampfdehnung berücksichtigt. Im dritten Abschnitt — Kessel — ist der Einbau von „Syphons", d. h. Kammern zur Beförderung des Wasserumlaufs in die Feuerbüchse bemerkenswert. Der vierte Abschnitt zeigt u. a. die amerikanischen Speisewasservorwärmer „Worthington" und „Elesco", letzterer entspricht der Bauart „Knorr". Der fünfte Abschnitt behandelt die Rostbeschickungsanlagen. Schüttelroste und ähnliches, der sechste Führerhaus, feine Armatur Sandstreuvorrichtungen usw. Drei weitere Abschnitte enthalten Zylinder, Rahmen, Laufwerk und Drehgestelle bzw. Lenkachsen; beachtenswert sind dabei die verschiedenen Ausführungen von Hilfsmaschinen, die „Booster", „Starter" usw. Vom zehnten Abschnitt — Tender — sind die jetzt meist verwendeten in einem Stück hergestellten Stahlgufsrahmen zu erwähnen, welche die durch das Anrosten erforderlich werdenden Ausbesserungsarbeiten vermindern sollen. Der elfte und zwölfte Abschnitt behandeln die Kupplungen und Bremseinrichtungen, der dreizehnte die elektrischen Lokomotiven. Dafs es sich hier meist um Gleichstromlokomotiven handelt, dürfte das Interesse, welches dieser Abschnitt erwecken mufs, kaum schmälern. Übrigens ist auch eine Reihe von Lokomotiven aufgenommen, die für das Ausland geliefert wurden, so für Südamerika, Australien, die Spanische Nordbahn und die Paris-Orléans Bahn. Der vierzehnte Abschnitt zeigt neben einer Reihe von Auslandslieferungen an Dampflokomotiven auch die neuesten Bestrebungen auf dem Gebiet der Turbolokomotive, und zwar ausschliefslich die bekannten europäischen Bauarten, da in Amerika Versuche in dieser Richtung anscheinend noch nicht gemacht worden sind. Der fünfzehnte Abschnitt behandelt die Baustoffe, die vorgeschriebenen Güteproben und ähnliches, der sechzehnte befafst sich mit der Wartung der Lokomotiven und den Lokomotiv-Versuchen, der siebzehnte endlich gibt die wichtigsten Angaben über die Einrichtung der Betriebs- und Ausbesserungswerke.

Das amerikanische Werk enthält natürlich vieles, was bei uns schon bekannt ist und mancherlei, was sich für unsere Verhältnisse nicht eignet. Eine Durchsicht wird sich aber für jeden Fachmann lohnen; für eisenbahntechnische Büchereien — bei Eisenbahndirektionen, Lokomotivfabriken usw. — wird die Beschaffung des Werkes, dessen Preis etwa 20 ℳ beträgt, kein Fehler sein. R. D.

F. X. Saurau, Bundespräsident a. D. Die Erfindung der Lokomotive und ihre Entwicklung in Österreich. Anzengruber-Verlag Leipzig. Brüder Suschitzky, Wien.

Das Schriftchen bringt auf 53 Seiten eine kurz gefafste Geschichte des österreichischen Lokomotivbaues von den ersten Anfängen als aus dem Ausland eingeführte und diesen nachgebaute Lokomotiven das Bild der Eisenbahn darstellten bis zur Neuzeit mit den eindrucksvollen und auf der vollen Höhe der Technik stehenden aus dem Eigenen erwachsenen Bauarten. Neben den mit dem allgemeinen Fortschritt der Technik übereinstimmenden Zügen wird der bahnbrechenden Rolle gedacht, die Österreich mehrfach in der Lokomotivgeschichte spielte. So war das Semmeringpreisausschreiben, durch das für die damals so kühne Überschienung der Alpen die geeignete Lokomotive gesucht werden sollte, eine in der Lokomotivgeschichte wohlverzeichnete Tat. Und mit Recht hat der Verfasser ein späteres Zeitalter des österreichischen Lokomotivbaues mit dem Namen Gölsdorf verbunden, der neben zahlreichen anderen Lokomotivformen für die für Österreich mit seinem schwachen Oberbau und den starken Steigungen und Krümmungen in den Gebirgsstrecken früher als anderswo zum Bedürfnis gewordene vielachsige Lokomotive eine einfache und vorbildliche Lösung fand. — Auch die besonderen Einzeleinrichtungen der neuen Zeit, Speisewasservorwärmer, Abdampfinjektoren, Ventilsteuerung sind gestreift. Gute Abbildungen auf sechs Tafeln zeigen das Aussehen der Lokomotiven.

Das Werkchen wird nicht nur den Eisenbahnbeamten in den Ländern des alten Österreich Freude machen, sondern auch den reichsdeutschen Fachgenossen eine erwünschte Gelegenheit bieten, sich über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand des Lokomotivparks unseres Bruderlandes Aufschlufs zu holen.

Geheimrat Dr. Ing. e. h. A. Garbe und Ministerialrat Ingenieur Obermayer, Wien, haben der Schrift warme Geleitworte beigegeben.

Dr. Ue.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

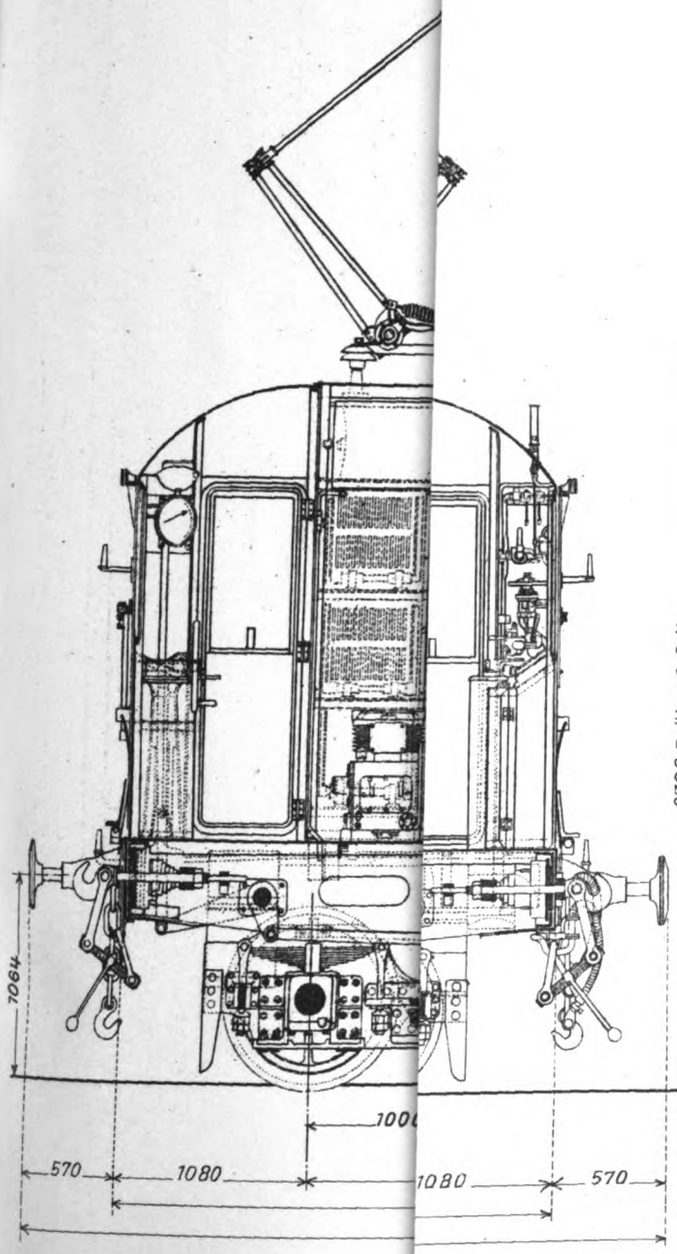
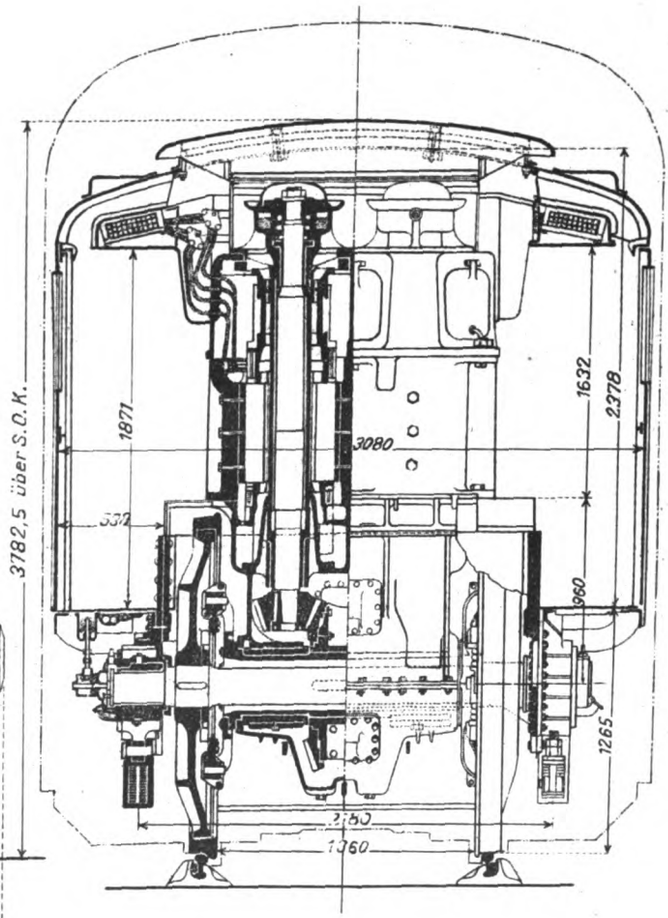


Abb. 2. Querschnitte.



C. W. Kreidel's Verlag. München.

Lith. Anst. v F. Wirtz Darmstadt.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

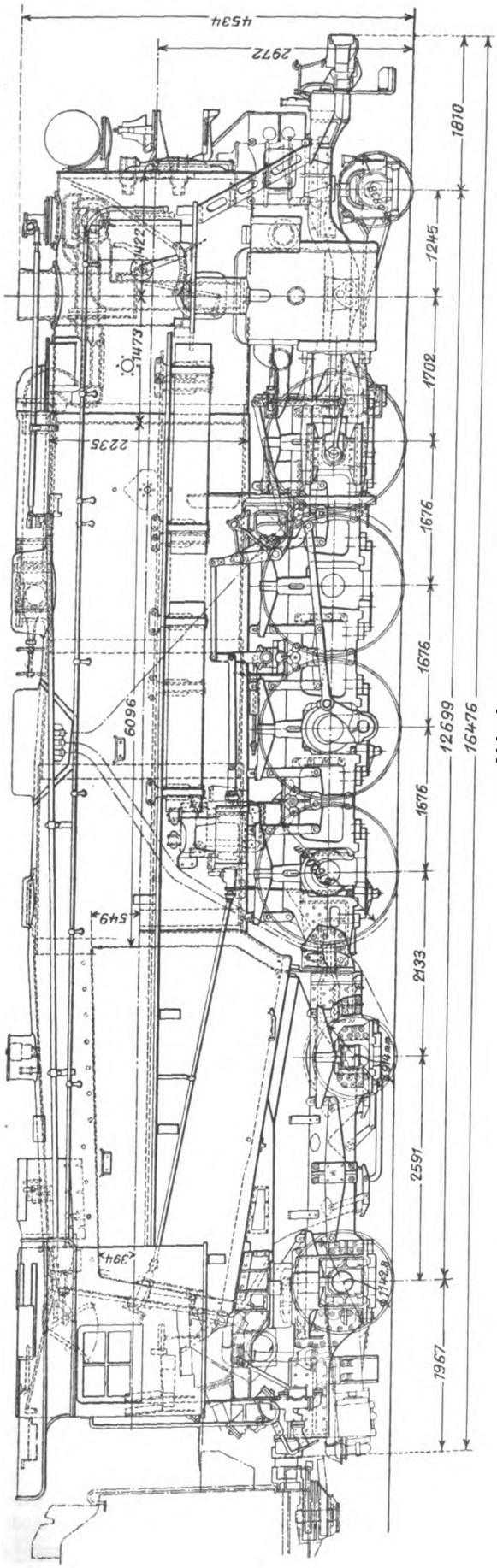


Abb. 1.

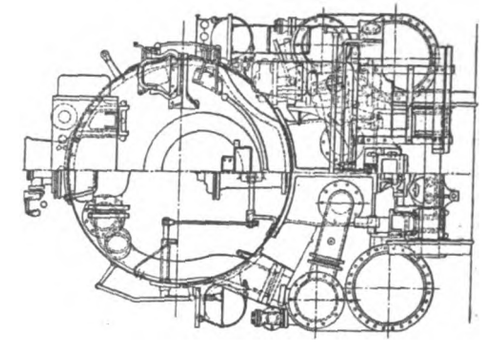


Abb. 6.

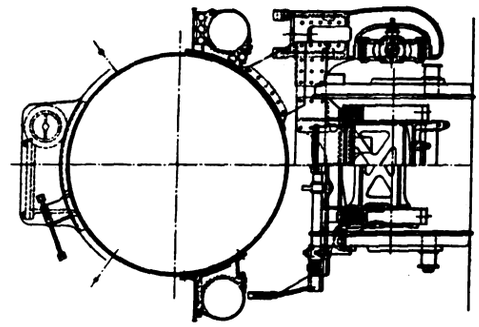


Abb. 5.

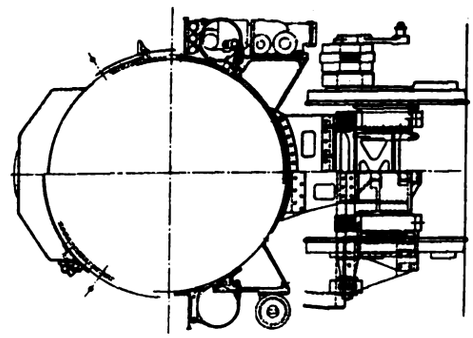


Abb. 4.

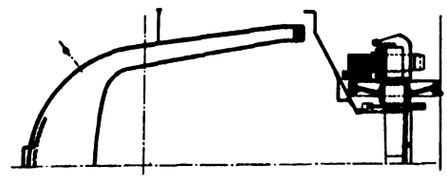


Abb. 3.

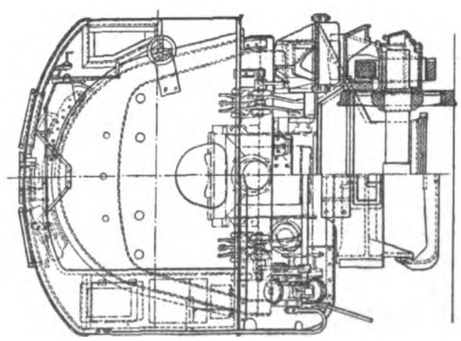


Abb. 2.

Abb. 1 bis 6. Hochleistungslokomotive der Boston - & Albany - Bahn.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 28. Februar 1926 Heft 4

Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

Von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. Ebel, Berlin.

(Die Versuchsfahrten wurden von dem unter Leitung des Reichsbahnrats Günther stehenden Lok.-Versuchsamt Grunewald ausgeführt.)

(Fortsetzung).

Hierzu Taf. 6.

2. Der Benzoltriebwagen der Deutschen Werke in Kiel*).

Von den Deutschen Werken in Kiel wurden für die Reichsbahn vier Benzoltriebwagen geliefert, die Anfang Dezember 1925 in den Direktionsbezirken Altona und Stettin dem regelmäfsigen Verkehr übergeben wurden. Von diesen Wagen laufen zwei in Husum und je einer in Neustrelitz und Templin. Die vierachsigen Wagen (Abb. 1) haben an jedem Ende einen Führerstand. Der dazwischen liegende Personenraum enthält 78 Sitzplätze und zehn Stehplätze. Aufserdem ist ein Abort und ein verschliefsbares Postabteil vorgesehen. Ein Gepäckteil enthalten diese Wagen abweichend von den später aufgestellten Richtlinien noch nicht. Die Gesamtlänge des Triebwagens über Puffer gemessen beträgt 18,4 m, das Gewicht etwa 32,5 t.

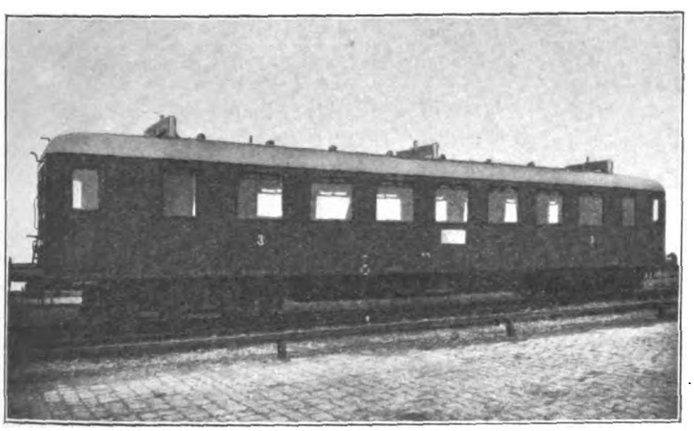


Abb. 1. Benzoltriebwagen der Deutschen Werke in Kiel.

Der Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen von 2500 mm Radstand mit einem Raddurchmesser von 850 mm. Der ebenfalls von den Deutschen Werken gebaute Benzolmotor sitzt ungefähr in der Mitte des Wagens zusammen mit dem Wechsel- und Wendegetriebe und der Lamellen-Reibungskupplung in einem besonderen muldenförmigen Rahmen, der auf beiden Drehgestellen gelagert ist (Abb. 2). Bei den früheren Wagen der Deutschen Werke wurde die Wiege mit der Maschinenanlage an den inneren Enden der Drehgestelle abgestützt. Im vorliegenden Falle jedoch ist wie bei allen neueren Wagen nach »Bauart Partz« der Rahmen durch schwanenhalsförmige Träger zwischen Ober- und Unterteil der Drehpfannen in einer Zwischenpfanne gelagert. Diese Anordnung beseitigt die infolge der einseitigen Belastung der Drehgestelle bedingte Entgleisungsgefahr. Ferner hat die neue Anordnung den Vorteil, dafs lediglich durch das Lösen einiger Verbindungsschrauben zwischen Schwanenhalsträger und Wiege letztere, ohne dafs der Wagenkasten gehoben werden mufs, mitsamt der Maschinenanlage in eine Grube abgesenkt, und gegen eine Reserveanlage ausgewechselt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, den Triebwagen innerhalb weniger Stunden dem Verkehr wieder zuzuführen. Der Motor, der zum Teil in den Wagenkasten hineinragt, ist nach oben durch einen Kasten mit herausnehmbaren Wänden gegen das Wageninnere dicht abgeschlossen. Über dem Kasten sind Sitzplätze angeordnet. (Abb. 3).

Der Viertakt-Benzolmotor hat sechs Zylinder und leistet bei 1000 Umdr./Min. 150 PS normal und rund 160 PS bei Überlast. Die einzeln gegossenen Zylinder sind nebeneinander auf dem Kurbelgehäuse angeschraubt. Jeder Zylinder hat zwei Zündkerzen, die in der Regel von einem Bosch-Zündapparat mit zwei Verteilerscheiben betätigt werden. Die Zündung kann jedoch auch von der Batterie aus erfolgen. Für je drei Zylinder ist ein Pallas-Vergaser vorhanden. Die Drosselklappen der Vergaser werden mechanisch von der Gaskurbel auf dem Führerstand betätigt. Steigt die Motordrehzahl über 1000 Umdr./Min., so wird die Gaszufuhr selbsttätig durch einen von der Steuer-

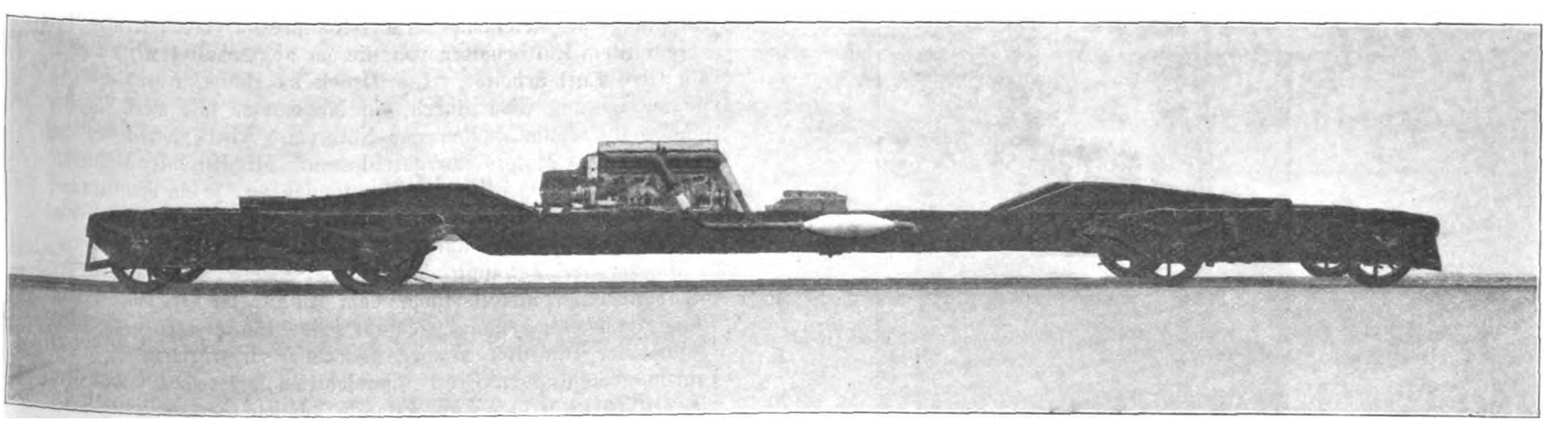


Abb. 2. Rahmen und Drehgestelle.

*) Vergl. auch Organ 1925, Seite 44.

Digitized by Google

welle angetriebenen Geschwindigkeitsregler, der auf die Drosselklappen der beiden Vergaser wirkt, verringert. Der Motor wird durch Wasser gekühlt, das von einer angebauten Kreiselpumpe durch die Kühlräume der Zylinder in die drei auf dem Dache befindlichen parallel geschalteten Lamellenkühler und wieder zurück zur Pumpe geführt wird. Die Kühlwassertemperatur kann auf beiden Führerständen an Fernthermometern abgelesen werden (Abb. 4). Die beiden äufseren Kühler sind mit von

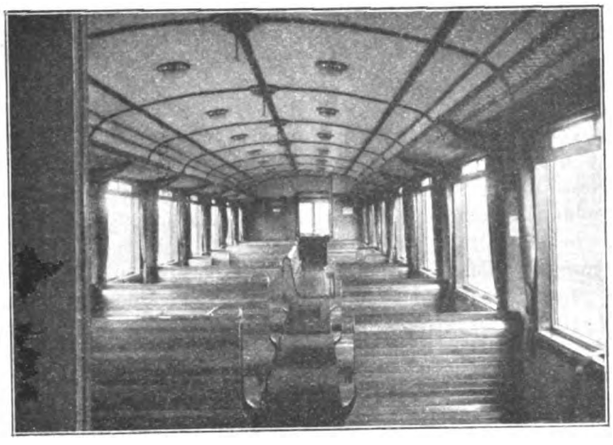


Abb. 3. Innenansicht.

den Führerständen aus verstellbaren Windklappen versehen (Abb. 1). Das Benzol ist in einem 220 l fassenden Brennstoffbehälter enthalten, der unter dem Wagen in dem Hilfsrahmen gelagert ist. Die Brennstoffzuführung erfolgt durch einen Pallas-Unterdruckförderer. Als Reserve dient ein im Führerstande untergebrachter kleiner Benzolbehälter, der durch eine

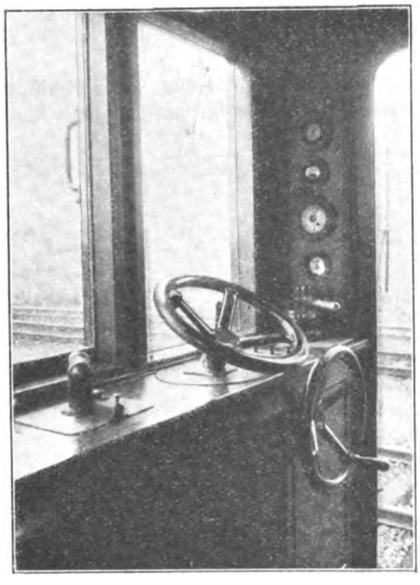


Abb. 4. Führerstand.

Falleitung nebst Hahn mit den Pallasvergasern unmittelbar verbunden werden kann.

Das Drehmoment des Motors wird durch die im Ölbade laufende Lamellenreibungskupplung auf das in einem geschlossenen Leichtmetallkasten vereinigte Wechsel- und Wendegetriebe übertragen. Die Lamellen werden durch eine Feder zusammengeprefst, das Ausrücken der Kupplung erfolgt durch Herunterdrücken eines in jedem Führerstand befindlichen Fufshebels. Das im geschlossenen Kasten im Oelbade laufende Zahnradgetriebe ist als Durchgangschaltgetriebe mit Zahnrädern, die sich ineinander schieben, ausgebildet und besitzt vier Vorwärts- bzw. Rückwärtsgänge. Das Getriebe wird vom Führersand aus mechanisch durch ein Handrad geschaltet, wobei ein Zeiger auf einer Teilung den eingeschalteten Gang angibt. Durch Drehen des Handrades wird die Fahrtrichtung nach Vorwärts und Rückwärts eingestellt. In der Nullstellung ist das Wendegetriebe aufser Eingriff, während gleichzeitig die Übersetzung des ersten Ganges im Wechselgetriebe eingeschaltet ist. Wird das Handrad nach links oder rechts in die Stellung 1 gedreht, so wird die Kupplung für Rückwärts- oder Vorwärtsfahrt eingerückt, wobei die Übersetzung des ersten Ganges im Wechselgetriebe eingeschaltet bleibt. Beim Weiterdrehen des Handrades auf die nächsten Stellungen bleibt das Wendegetriebe in der gewählten Fahrtrichtung verriegelt, während die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen eingeschaltet werden. Die Kraftübertragung vom Getriebe aus erfolgt durch je eine Kardanwelle mit einem verschiebbaren und einem festen Kardangelenk auf die beiden Kegelräder der inneren Drehgestellachsen. Geschwindigkeiten und Motordrehzahlen sind folgende:

Gang	Gesamtübersetzung	Geschwindigkeit	Motordrehzahl obere	Motordrehzahl untere
1	1 : 13,45	bis 12 km/h	—	1007
2	1 : 7,02	12 „ 24 „	527	1050
3	1 : 4,44	24 „ 38 „	665	1050
4	1 : 2,78	38 „ 60 „	659	1040

Im übrigen besitzt der Triebwagen eine elektrische Lichtanlage, die aus zwei vom Motor angetriebenen Lichtmaschinen (System Bosch) von je 225 Watt und 12 Volt und zwei Varta-Speicherbatterien von je 12 Volt und 100 Amp.-Std. und den erforderlichen Lampensicherungen und Schaltern besteht. Auf jedem Führerstand zeigt eine rote und eine grüne Ladekontrolllampe an, ob die zugehörige Batterie aufgeladen wird. Ferner ist der Triebwagen mit einer Druckluftbremseinrichtung von Knorr und mit Handbremse ausgerüstet. Die Druckluft wird durch einen von der Nockenwelle aus durch eine nachgiebig Kupplung angetriebenen Knorr-Kompressor erzeugt, der bei aufgefülltem Luftbehälter von diesem abgeschaltet wird und in die freie Luft arbeitet. Der Druck im Hauptluftbehälter und in der Leitung wird durch ein Manometer mit zwei Zeigern angezeigt. Beim Ziehen der Notbremse wird gleichzeitig die Zündung des Motors kurzgeschlossen. Mit Hilfe der Druckluft werden ferner von beiden Führerständen aus je ein Sandstreuer, Signalhorn und Läutewerk durch Druckknöpfe betätigt. Ein weiterer Druckknopf auf jedem Führerstand dient zum Kurzschliefsen der Zündung des Motors. Aufser den bereits erwähnten Ladekontrollampen, dem Kühlwasserthermometer und dem Manometer befindet sich auf jedem Führerstande ein Drehzahlmesser für den Motor. Sämtliche Instrumente sind auf einem gemeinsamen Brett übersichtlich angeordnet. Auf dem jeweils rückwärtigen Führerstande können die Bedienungshebel und Druckknöpfe durch einen aufsetzbaren Deckel verschlossen werden.

Der Wagenkasten ist aus Eisen hergestellt (Abb. 5). Für die Säulen der Seiten- und Stirnwände sowie für die Spriegel des Daches sind Z-Eisen und Winkeleisen verwendet. Die aus 2 mm starkem Blech bestehenden Seitenwände sind als Tragwände ausgebildet. Der Wagenboden besteht aus 30 mm starkem Kiefernholz, das über einer 5 mm starken Schicht aus Wasserglas und Sand mit 7 mm starkem Linoleum belegt ist. Die innere Verschalung der Seitenwände ist unterhalb der Fensterbrüstungen aus Kiefernholz und oberhalb derselben aus poliertem Sperrholz hergestellt. Das Doppeldach besteht aufsen

Digitized by Google

aus starkem verzinkten Eisenblech, die innere Decke, die kassettenförmig aufgeteilt ist, ist aus Sperrholz hergestellt. Die Bänke haben Lattensitze aus blankpoliertem Eschenholz und sind aufser denjenigen über dem Motorkasten als Quersitze zu beiden Seiten eines Mittelganges ausgebildet. Die Seitenwandfenster sowie die Mittelfenster der Stirnwände sind sämtlich herablafsbar, erstere sind noch mit besonderen Lüftungsklappen versehen. Aufserdem sind zur Entlüftung an der Wagendecke eine gröfsere Anzahl Grove-Sauger vorgesehen. Die Heizung des Triebwagens erfolgt durch das zur Kühlung des Motors benutzte Kühlwasser und ist nach Bedarf abstellbar. An den Kopfenden sind je zwei elektrische Scheinwerfer und je eine Laternenstütze für eine Petroleumlaterne angebracht.

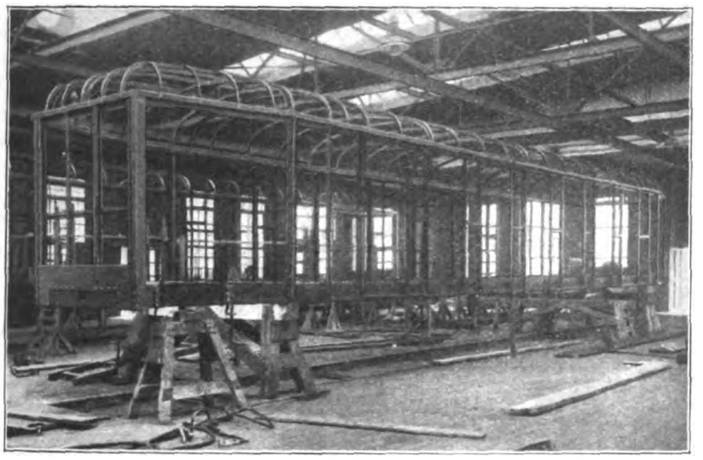


Abb. 5. Wagenkasten während des Baues.

Die Versuchfahrten fanden auf den gleichen Strecken der früheren Versuche in der Zeit vom 29. 9. bis 7. 11. 25 statt. Der Wagen legte rund 2800 km zurück, von denen die ersten 1800 km ohne jegliche Störung verliefen. Nur versagte das vereinigte Rückschlag- und Leerlaufventil einigemal, so dafs der Kompressor dann leer lief und den Hauptluftbehälter nicht ausfüllte. Die Störung war auf Verschmutzung durch Öl zurückzuführen. Nach Reinigung arbeitete der Ausschalter bei den weiteren Fahrten einwandfrei. Eine andere Störung wurde dadurch hervorgerufen, dafs beim Wendegetriebe das Kugellager des Zahnrades, das die Fahrtrichtung umkehrt, gebrochen war. Das Kugellager wurde durch ein anderes ersetzt und die Versuchsfahrten konnten hierauf ohne jegliche weitere Störung beendet werden.

In den Abbildungen auf Taf. 6 sind die Ergebnisse der Versuchsfahrten auf der ungefähr wagrechten Strecke Genthin—Güsen und die Fahrten auf der Steigungsstrecke Sandersleben—Hettstedt zusammengestellt.

In Zusammenstellung 1 sind die aus den gemessenen Zugkräften errechneten Anhängelasten bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Steigungen angegeben. Hierbei ist für den Triebwagen eine Nutzlast von 7 t eingeschlossen. Da bei den Versuchsfahrten gröfsere Steigungen als 1 : 100 nicht befahren werden konnten, sind die weit wertvolleren Anhängelasten bei den bei Nebenbahnen vorkommenden Steigungen von 1:60, 1:40 und 1:30 auch hier nicht mit aufgeführt. Die erheblichen Zuglasten bis 100 t, die für 1 : ∞ angegeben sind, dürfen den Triebwagenführer nicht verleiten, diese Anhängelasten tatsächlich befördern zu wollen, da es praktisch kaum eine Strecke gibt die durch Brückenrampen usw., nicht mindestens eine Steigung von 1 : 200 aufweist.

Der Brennstoffverbrauch für die PS-Std. ist in Abb. 1, Taf. 6 dargestellt, wobei die Beförderungsarbeit für den Triebwagen mitgerechnet ist. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei 100 bis 145 PS Gesamtleistung 320 bis 300 g/PS-Std., was einem Wirkungsgrad von 21,4 bis 22,6 % entspricht. Der Verlauf des Gesamtwirkungsgrades ist ebenfalls in der Abbildung enthalten.

In Abb. 2, Taf. 6 ist der Verbrauch für den tkm in Abhängigkeit von der Zuglast aufgetragen und zwar für die Geschwindigkeiten 40, 50 und 60 km/h beim vierten Gang und 30 km/h beim dritten Gang.

Der hieraus errechnete Brennstoffverbrauch für den km ist in Abb. 3, Taf. 6 in Abhängigkeit vom Zuggewicht bei vier verschiedenen Geschwindigkeiten dargestellt. Er steigt beim vierten Gang von rund 350 g/km beim Triebwagen allein bis auf nur rund 520 g/km bei 120 t Zuglast einschliefslich Triebwagen.

Abb. 4, Taf. 6 enthält den Brennstoffverbrauch für den geleisteten Nutzflächenkilometer bei vier verschiedenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Last. Die nutzbare Grundfläche, d. h. die Gesamtgrundfläche abzüglich der durch Maschinenanlage und Führerapparate beanspruchten Fläche des Triebwagens beträgt 42,5 qm.

Der durch Auslaufversuche ermittelte Widerstand des Triebwagens in kg/t und in kg/qm nutzbare Grundfläche ist in Abb. 5, Taf. 6 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit dargestellt.

Die Anfahrschaubilder des Triebwagens ohne Last bzw. mit dem 50 t schweren Mefswagen zeigt Abb. 6, Taf. 6. Der Triebwagen allein erreicht die Geschwindigkeit von 60 km/h in einer Minute 14 Sek. auf einer Steigung 1 : 5000, während die Anfahrzeit bis zu derselben Geschwindigkeit bei einer Last von 50 t 4 Min. 40 Sek. beträgt. Abb. 7, Taf. 6 endlich zeigt den Verlauf der Zugkraft und Geschwindigkeit beim Anfahren mit einer Anhängelast von 155,8 t.

Zusammenfassend ist zu bemerken, dafs die Bedienung des Triebwagens sehr einfach ist und nach kurzer Übung ohne besondere Geschicklichkeit erlernt werden kann. Zum Fahren selbst dienen aufser dem Führerbremsventil nur die Gaskurbel und das Getriebehandrad. Der Wagen läuft auch bei hohen Geschwindigkeiten sehr ruhig. Das Wagengewicht beträgt 0,765 t für 1 m² Nutzgrundfläche. Der Motor, der gut zugänglich ist, hat bei den Versuchsfahrten stets einwandfrei gearbeitet. Sein Geräusch wird im Wageninnern nicht besonders störend empfunden, da der Motorraum durch einen dicht schliefsenden Kasten gegen das Wageninnere abgeschlossen ist. Die mechanische Gasregelung ist betriebssicher und hat zu

Zusammenstellung 1.

Leistungstafel für den Triebwagen der „Deutschen Werke" Altona 101.

Gang		3. Gang				4. Gang				
km/h		—	25	30	35	40	45	50	55	57
Steigung		Anhängelast in t								
0 ‰	1 : ∞	—	—	—	~ 100	98	91	83,5	74,5	71
1 ‰	1 : 1000	—	—	—	~ 100	74,5	69,4	63,5	56,6	53,8
2 ‰	1 : 500	—	—	—	~ 100	58,2	54	49,5	43,8	41,6
3 ‰	1 : 333	—	98,4	96	90,9	46,3	42,8	39,0	34,0	32,4
4 ‰	1 : 250	—	82,5	80,7	76,3	37,1	34,2	31,0	26,9	25,3
5 ‰	1 : 200	—	70,1	68,6	64,7	29,9	27,4	24,6	21,0	19,7
6 ‰	1 : 167	—	60,3	59,0	55,5	24,1	21,9	19,4	16,3	15,0
7 ‰	1 : 143	—	52,1	51,0	47,8	19,4	17,4	15,1	12,35	11,21
8 ‰	1 : 125	—	45,4	44,5	41,5	15,3	13,55	11,5	—	—
10 ‰	1 : 100	—	34,7	33,9	31,5	9,0	—	—	—	—

Bemerkung: In je 17,5 t angegebenen Wagengewichtes können 5 t Nutzlast oder 66 Personen befördert werden. Als Triebwagenbelastung sind 7 t angenommen worden.

Digitized by Google

keinen Störungen geführt. Ebenso hat das rein mechanisch gesteuerte Getriebe aufser dem Bruch des Kugellagers stets einwandfrei gearbeitet.

Der Bruch kann durch einen Härterifs oder Einbaufehler entstanden sein. Ob die Kugellager im Getriebe häufiger zu Störungen Anlafs geben werden, mufs sich im Betrieb herausstellen. In diesem Falle würde sich der Einbau von Rollenlagern empfehlen, die zur Aufnahme der immerhin nicht geringen Kräfte besser geeignet sind. Beim Umschalten der Gänge haben sich keine Schwierigkeiten ergeben. Das Fehlen eines Geschwindigkeitsmessers wurde bei dem Wagen unangenehm empfunden, da der Führer beim Leerlauf und beim Wiedereinschalten der Gänge die Geschwindigkeit schätzen mufs. Einen Anhalt für die Geschwindigkeit während der Fahrt mit Kraft bietet jedoch der Drehzahlenmesser des Motors. Die Lamellenkupplung hat selbst bei der höchsten Anhängelast von 155,8 t die im regelmäfsigen Triebwagenbetrieb allerdings nicht vorkommen wird, stets einwandfrei gearbeitet.

Die Leistung des Wagens mufs als gut bezeichnet werden. Der Triebwagen allein lief auf der Steigungsstrecke Sandersleben—Hettstedt trotz der engen Gleisbögen mit einer Beharrungsgeschwindigkeit von 59,7 km/h. Der Brennstoffverbrauch des Triebwagens sowie der Wirkungsgrad sind ebenfalls günstig.

Die Wirkungsweise der ferngesteuerten Gleisbremsen.

Von Reichsbahnrat **Pösentrup**, Münster i. W.

Die ferngesteuerten Gleisbremsen wirken durch Anpressen von Bremsschienen an die Innen- und Aufsenseite der Radreifen. Dafs daraus eine Bremskraft entsteht, ist zwar ebenso einleuchtend, wie die Tatsache, dafs sie um so gröfser wird, je höher die Bremsschienen am Rad heraufreichen, und je stärker die Einspannung und die Reibung zwischen dem Radreifen und den Bremsschienen ist. Jedoch gibt es noch mehrere andere nicht so leicht zu erkennende Umstände, welche die Bremskraft beeinflussen. Darum gelingt es auch ohne ihre Kenntnis nicht, die oft stark voneinander abweichenden Ergebnisse von Bremsversuchen zu erklären*).

Abb. 1 stellt die Lage einer 6 cm hohen Bremsschiene dar, welche bis 12,5 cm über Schienenoberkante reicht. Wenn das Rad nicht von den Gleisschienen abgehoben wird,

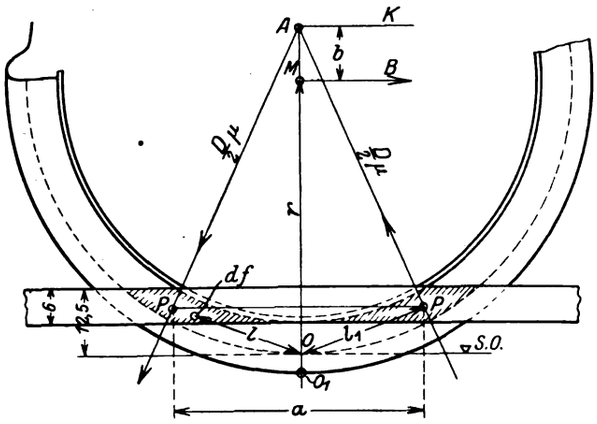


Abb. 1.

so ist der Stützpunkt des Rades auf der Schiene der augenblickliche Drehpunkt O, in bezug auf welchen die Kräfte im Gleichgewicht sein müssen. Bei einer kleinen Drehung des Rades dreht sich ein Flächenteilchen df der eingespannten Radreifenfläche im Abstand l um den Punkt O. Der Einspannungsdruck sei auf der ganzen Druckfläche gleichmäfsig = p. Die Reibungsziffer sei μ und die dem Flächenteilchen df entsprechende Bremskraft sei dB. Dann mufs $dB \cdot r = df \cdot l \cdot p \cdot \mu$ sein und $B = \int \frac{df\, l \cdot p \cdot \mu}{r}$. Der Ausdruck $\int df \cdot l$ stellt das statische Moment der gepreifsten Fläche, Abb. 1 links, von der Gröfse F mit dem Druckmittelpunkt P dar**). Wird also OP mit l_1 bezeichnet, so ist $B = F \cdot l_1 \cdot p \cdot \mu : r$; $F \cdot p = \frac{D}{2}$, wenn D der ganze Einspannungsdruck in den beiden Punkten P ist; $B = \frac{D \cdot l_1 \cdot \mu}{2\,r}$. Für die Aufsenseite des Radreifens wird im selben Falle und für l_2 statt l_1, $B = \frac{D \cdot l_2 \cdot \mu}{2\,r}$ und für die vier Druckmittelpunkte P auf beiden Seiten zusammen wird (I) $B = \frac{D \cdot \mu\,(l_1 + l_2)}{r}$.

Abb. 2 und 3 stellen die Innen- und Aufsenseite eines Rades dar, mit 6 cm hohen Bremsschienen, welche beide bis 12,5 cm über Schienenoberkante reichen. Für die Berechnung der Lage der Druckmittelpunkte P wurden die Flächen in

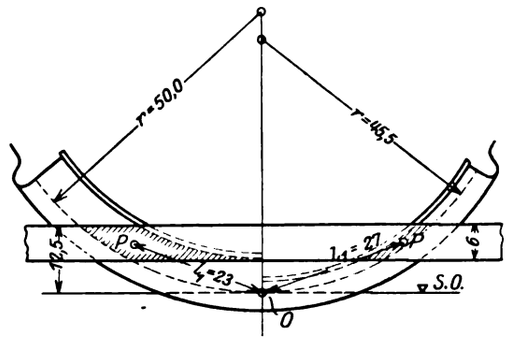


Abb. 2.

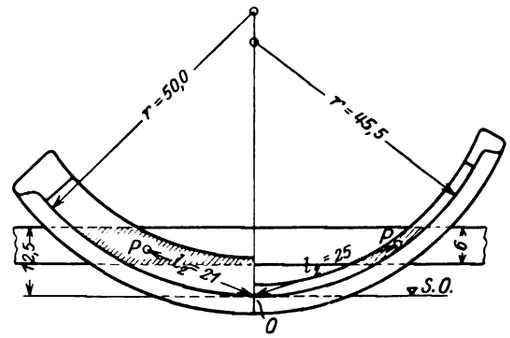


Abb. 3.

gleich breite Streifen mit O als Mittelpunkt geteilt und es sind daraus die Längen l_1 und l_2 für einen neuen Radreifen, Abb. 2 und 3 links, zu 23,0 und 21,0 und für einen bis zum zulässigen Mafs abgenutzten Radreifen, Abb. 2 und 3 rechts, zu 27,0 und 25,0 cm berechnet. Demnach wird für den neuen Radreifen: $B_1 = \frac{D \cdot \mu\,(23 + 21)}{50} = D \cdot \mu \cdot 0{,}88$ und für den abgenutzten Radreifen: $B_2 = \frac{D \cdot \mu\,(27 + 25)}{45{,}5} = D \cdot \mu \cdot 1{,}14$.

*) Verkehrstechn. Woche 1925, S. 619—624.
**) Verkehrstechn. Woche 1923, S. 327.

Digitized by Google

Der Unterschied ist also unter sonst gleichen Verhältnissen $= 30\,^0/_0$ und es ist durchschnittlich (II) $B = D \,.\, \mu \,.\, 1{,}0$.

Der Ausdruck $D \,.\, \mu \,.\, (l_1 + l_2)$ kann als der Wert für die negative Arbeit an den Bremsschienen aufgefafst werden, und zwar als die allein vorkommende. Wird $B \,.\, r$ entsprechend als der Ausdruck für die von der lebendigen Kraft des Wagens vernichtete Arbeit angesehen, so ergibt sich auch hieraus die Formel I.

Verlängert man die Richtung der in den Punkten P wirkenden Kräfte $\frac{D}{2} \,.\, \mu$, Abb. 1, bis zum Schnitt im Punkt A, und nimmt die Längen AP als die Gröfse der Kräfte $\frac{D}{2} \,.\, \mu$, so stellt die Entfernung $P - P = a$ die Gröfse der der wagrechten Kraft B entgegenwirkenden wagrechten Kraft K der Reibungsflächen dar, und es mufs in bezug auf den Drehpunkt O sein: $K(r + b) = B \,.\, r$. Im Punkt O tritt eine Kraft $K\,b : r$: auf, welche aber, da hier keine Gleitung auftritt, nicht unmittelbar als Bremskraft wirkt. Die von den Reibungsflächen der Bremsschienen ausgeübte Kraft K ist also nicht gleich B. Denkt man sich jedoch das Rad im Punkt O reibungslos gleitend, so rückt A in den Mittelpunkt des Rades und dann wird $K = B$. Die Bremskraft verringert sich dadurch im Verhältnis von $(r + b) : r$. Wird das Rad von den Gleisschienen abgehoben, und läuft es etwa auf einem Auflauffufs der Innenbremsschiene, so wird $O_1 - M = r$ und $O_1 - P = l_1$ und es ist dann zwar die vom Rad auf die Bremsschiene ausgeübte wagrechte Kraft $= B$, von welcher jedoch der Teil $B \,.\, b : (r + b)$ auf den Fufs der Bremsschiene kommt, ohne Bremsarbeit zu leisten. Hebt sich das Rad aber auch vom Fufs der Bremsschiene soweit ab, dafs es diese gerade nicht mehr belastet, so wird $B = K$; die Bremskraft sinkt also auch in diesem Falle im Verhältnis von $(b + r) : r$. Jedoch ist, wie Abb. 1 zeigt, für praktische Fälle der Betrag b so klein, dafs B ungefähr $=$ K gelten kann. Für ein bekanntes D und μ läfst sich daher die Bremskraft einer Radseite ungefähr aus einem als Krafteck anzusehenden Dreieck PMP als die Länge $P - P = a$ abgreifen.

Wenn sich auf dem Auflauffufs einer Innenbremsschiene durch die Spurkränze eine Rille bildet, so kommt dies daher, dafs das Rad zugleich auf diesem und auf der Gleisschiene rollt. Es mufs daher eine Gleitung von $50 : 53 = 6\,^0/_0$ des zurückgelegten Weges eintreten. Die hieraus entstehende Bremskraft ist sehr klein; die Abnutzung ist jedoch wegen der starken Pressung durch die im Querschnitt scharf gekrümmten Radkränze nicht unerheblich.

Wovon weiter die Bremskraft abhängt, möge an der Gleisbremse der Thyssenhütte als Beispiel untersucht werden, weil sie am bekanntesten ist und weil über sie Ergebnisse von Ablaufversuchen veröffentlicht sind*).

Die Thyssen-Bremse in Seddin wird durch 7 Druckwasserzylinder von 14 cm Durchmesser, welche in der Gleismitte im Abstand von 285 cm liegen, gehoben. Der praktisch angewendete höchste Druck ist 60 at. Davon sind 43 at nutzbar, weil etwa 17 at für das Heben der leeren Bremse gebraucht werden. Somit ist die gröfste Nutzhubkraft rund 6600 kg. Diese ist durch Druckausgleicher elastisch gemacht.

Die Hubhöhe der Kolben ist so begrenzt, dafs die Fufsoberfläche der Innenbremsschiene etwa in der Höhe der Oberkante der Gleisschienen liegt, Abb. 4, rechts. In dieser Stellung ist dann die Lichtweite der neu eingestellten Bremsschienen 13,5 cm. Ein Rad mit 13,5 cm breiten Radreifen, welche am meisten vorkommen, drückt bei dieser Einstellung die Bremsschienen und mit ihnen die Hubkolben um die Spurkranzhöhe, also um 2,5 bis 3,6 cm herunter, ohne dafs sich die Neigung 1 : 4 der Schwinge S sich ändert. Sind aber die Bremsschienen um je 2,75 mm abgenutzt, so tritt die Lichtweite von 13,5 cm zwischen ihnen erst ein, wenn die Innenbremsschiene um 2,5 cm heruntergedrückt ist, Abb. 4, links. Bei gröfserer Abnutzung wird von 13,5 cm breiten Rädern mit 2,5 cm hohen Spurkränzen kein Druck mehr auf die Kolben ausgeübt, d. h. die Bremskraft ist $= 0$. Dieselbe Wirkung wie $^1/_2$ mm Abnutzung jeder Bremsschiene hat eine um 1 mm geringere Radreifenbreite. Die Einspannungsdrücke D liegen im übrigen zwischen dem 4 bis 5,2 fachen Betrag der Hubkraft, um dann plötzlich auf 0 zu fallen. Es liegt nahe, die Bremsschienen höher einzustellen, etwa so, dafs der Fufs der Innenbremsschiene z. B. 1 cm über Schienenoberkante unter Beibehaltung der Lichtweite von 13,5 cm liegt. Dann werden aber die Verbiegungen und Biegungsspannungen der Bremsschienen entsprechend gröfser. Die Innenbremsschiene wird z. B. schon bei der Einstellung nach Abb. 4, rechts, bis zu 3,6 cm senkrecht durchgebogen und ihre Beanspruchung beträgt dabei schätzungsweise 2500 bis 3000 kg qcm. Sie wächst ferner mit zunehmender Hubkraft und entsprechend vergröfserter Trägerhöhe; somit besteht ein gewisser Widerspruch zwischen der elastischen Stützung und der Steifigkeit der Innenbremsschienen von einer den Hubkräften entsprechenden Höhe.

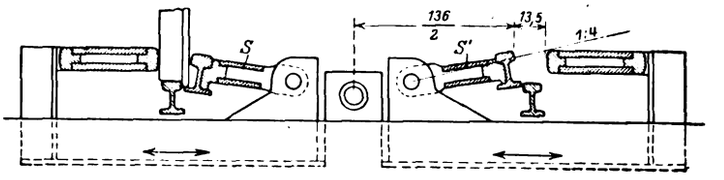


Abb. 4.

Nach den Messungen in Seddin sind die Radkranzbreiten zwischen 12,5 bis 13,5 cm ganz verschieden. Was die Abnützung der Bremsschienen betrifft, so zeigt sich, dafs die inneren mit einer etwa 3 cm hohen Reibungsfläche durch 15000 Wagen und die 7 cm hohen äufseren durch 8000 Wagen um je 1 mm abgenutzt wurden.

Da der Druck beider Schienen gleich ist, hätte man wegen der verschiedenen Höhe das umgekehrte Verhältnis erwarten können, zumal, weil die Aufsenbremsschienen aus besonders verschleifsfestem Stahl hergestellt sind. Es scheint, dafs die Aufsenbremsschienen weniger durch die Flächenreibung als durch die scharfe Kante, welche an der Innenseite der Räder fehlt, abgenutzt wird. Mit Rücksicht hierauf wird es sich empfehlen, die scharfkantige Abschrägung an der Aufsenseite der Radreifen durch eine kleine Abrundung zu ersetzen. Ferner ist eine einheitliche Breite der Radreifen von genau 13,5 cm erwünscht.

Die Aufsenbremsschiene senkt sich mit dem Hubkolben, also beispielsweise von 12,5 auf $12{,}5 - 3{,}6 = 9{,}1$ cm über Schienenoberkante. Dadurch verkleinert sich der Schwerpunktsabstand l_2 der Druckflächen bei einem neuen Radreifen auf 12 und bei einem abgenutzten Radreifen auf 18 cm und es wird

$$B_1 = \frac{D \,.\, \mu\,(23 + 12)}{50} = D \,.\, \mu \,.\, 0{,}68 \text{ statt } D \,.\, \mu \,.\, 0{,}88 \text{ und}$$

$$B_2 = \frac{D \,.\, \mu\,(27 + 18)}{45{,}5} = D \,.\, \mu \,.\, 1{,}0 \text{ statt } D \,.\, \mu \,.\, 1{,}14.$$

Die Ablaufversuche mit der Thyssenbremse haben endlich ergeben, dafs die Bremskraft unter sonst gleichen Verhältnissen nicht annähernd mit der Hubkraft V der Kolben zunimmt*). Ist die Hubkraft V, von der die Einspannung D in erster Linie abhängt, klein, so senken sich bei einer Einstellung nach Abb. 4, rechts, unter einem Wagen mit 13,5 cm breiten Radreifen die gerade belasteten Kolben um den vollen Betrag

*) Verkehrstechn. Woche 1925, S. 619—624.

*) Verkehrstechn. Woche 1925, S. 620.

Digitized by Google

der Radkranzhöhen, also z. B. um 3,6 cm, und es übertragen dann die im Vergleich zu der kleinen Hubkraft steifen Innenbremsschienen die Belastung auf mehrere Kolben. Im Durchschnitt kommt vielleicht auf eine Achse dieses Wagens die Hubkraft von drei Kolben. Ist das Verhältnis von der Hubkraft eines Kolbens V zur Einspannung D z. B. 1 : 4, so ist D für beide Räder einer Achse zusammen nicht 4 V, sondern 3 . 4 V = 12 V. Wenn aber jede Schiene um 2,5 mm abgenutzt ist, oder die Radreifen 130 statt 135 mm breit sind, so tritt zwar noch gerade eine Einspannung durch die unmittelbar belasteten Kolben, ein mit einem Übersetzungsverhältnis von etwa 1 : 5. Ihre Senkung ist aber so klein, dafs weitere Kolben nicht belastet werden, und es kommt auf eine Achse vielleicht durchschnittlich die Hubkraft von $1^1/_2$ Kolben. Der Einspannungsdruck wird dann 5 . 1,5 V = 7,5 V statt 12 V. Bei einer Belastung durch ein zweiachsiges Drehgestell mit 200 cm Radstand kommt auf eine Achse höchstens die Hubkraft von $1^1/_2$ Kolben mit D = 4 . 1,5 V = 6 V. Werden mehrere zusammengekuppelte Wagen gebremst, so tritt hierbei ebenfalls eine andere Druckverteilung ein, als bei einem Wagen. Während einerseits durch die Abnutzung der Bremsschienen und durch Radreifenbreiten unter 13,5 cm das Verhältnis von V : D und damit die Einpressung etwas vergröfsert wird, fällt sie anderseits stark, weil die nicht unmittelbar belasteten Kolben immer weniger zur Hubkraft beitragen.

Unter diesen zahlreichen, auf die Bremskraft einwirkenden Umständen können Ablaufversuche nicht ohne weiteres über die Reibungsziffer μ Aufschlufs geben. Bei den Bremsversuchen in Seddin*) müssen die Wagen bis 18,1 t Gewicht von Gleisschienen bei einem Druck von 50 at abgehoben sein; denn eine Steigerung auf 60 at vergröfserte die Bremskraft nicht mehr. Die auf ein Rad kommende Hubkraft mufs also gleich der Radlast R selbst gewesen sein. Die mittlere Verzögerung der sechs abgehobenen Wagen war durchschnittlich, auf die Länge der Bremse, 17,2 + 4,3 m Radstand bezogen, 1,2 m/Sek², oder auf die Länge des wirklichen Bremsweges jedes einzelnen Rades bezogen, 1,2 (17,2 + 4,3) : 17,2 = 1,5 m/Sek². Bei einem Übersetzungsverhältnis V : D von nur 1 : 4 war D = 4 R und nach der Formel II ist B = 4 R . μ. Die Verzögerung war q = 4 R . μ . 9,81 : R = 4 μ . 9,81; für q = 1,5 wird $\mu = \frac{1,5}{4 \,.\, 9,81} = \frac{1}{26}$. Die Verzögerung der anderen Wagen ergibt eine Reibungsziffer von etwa 1 : 20. Sie ist auffallend klein. Zunächst scheint es, dafs die Reibungsziffer bei hohen Flächenpressungen fällt. Diese werden unter Umständen sehr grofs. Wenn die Bremsschienen etwas abgenutzt sind, so ist die Einspannung eines schwer belasteten Rades oft 2 . 3300 . 5 = = 33000 kg. Die gepreifste Fläche der Aufsenseite eines ganz abgenutzten Radreifens und einer 7 cm hohen Bremsschiene ist etwa 60 qcm. Die Pressung ist somit 33000 . 60 = 550 kg/qcm und zwar bei einer ganz gleichmäfsigen Druckverteilung. Es treten aber gewisse keilförmige Einstellungen der Bremsschienen ein, und zwar am meisten bei denjenigen Bremsen, welche nicht, wie die Thyssenbremse die Radlast einwirken lassen. Bei den nur mit wagrechten Einspannungen arbeitenden Bremsen werden daher die gröfsten Flächenpressungen vorkommen, mit verhältnismäfsig kleiner Reibungsziffer und sehr hoher Abnutzung der Bremsschienen. Bei der Thyssenbremse konnte man beobachten, dafs während die Innenseiten der Räder scharfe Spuren der Reibung zeigten, die Aufsenseiten dieser selben Räder nur geringe oder gar keine Anzeichen der Bremsung aufwiesen. Dies ist nur so erklärlich, dafs der Weg der sogenannten Schlitten, auf denen die Klemmvorrichtungen seitlich etwas beweglich sind, nach der Gleismitte so begrenzt ist, dafs diese Begrenzung erreicht wird, bevor der Schlufs der Aufsenbremsschienen eintritt. Die Schlitten verschieben sich nämlich unter sonst gleichen Verhältnissen um das Mafs der Abnutzung der Aufsenbremsschienen nach innen. Erhält die Aufsenseite eines Rades keine Pressung, so wird aus der Formel I $B_1 = D \,.\, \mu\,(23 + 0) : 50 = D \,.\, \mu \,.\, 0{,}46$ und es ergibt sich dann μ zu 1 : 12, ein Wert, der richtiger erscheint, als 1 : 26.

*) Verkehrstechn. Woche 1925, S. 620.

Eine Wagenachse, auf welche die Hubkraft von zwei Kolben wirkt, könnte bei einem Übersetzungsverhältnis von nur 1 : 4 einen einseitigen Druck von 2 . 4 . 3300 auf die Radreifen erhalten (Abb. 5). Dem wirkt die Belastung durch den Wagen mit z. B. 4000 . 20 cmkg entgegen, und die Beanspruchung der Wagenachse würde sein:

$$\sigma = (2 \,.\, 4 \,.\, 3300 - 4000 \,.\, 20) : 180 = \sim 5000 \text{ kg/qcm.}$$

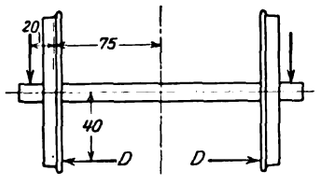


Abb. 5.

Ein anderer Umstand, der die Wagenachsen stark auf Biegung beanspruchen kann, ist folgender. Die wagrechte Steifigkeit der Bremsbalken ist sehr erheblich. Das Trägheitsmoment sei z. B. J = 40000 cm⁴. Die Radreifen können 12,5 bis 13,5 cm breit sein, und ferner kann der Radabstand auf der Achse zwischen 135,7 bis 136,3 cm liegen. Bei der Stellung nach Abb. 6 kann daher nach Schlufs der Bremsschienen ein Spalt von 1,3 cm zwischen dem Rad 2 und der Innenbremsschiene sein. Die Räder erhalten einen einseitigen Einspannungsdruck D solange, bis durch Verbiegung der Bremsschienenbalken und Wagenachsen diese Lücke geschlossen ist. Die einseitigen Drücke seien D = 1000 kg. Dann kann die Innenbremsschiene zwischen Rad 1 und 3 als nahezu beim Rad 3 einseitig wagrecht eingespannt gelten und ihre Durchbiegung f beim Rad 2 ist

$$\sim \frac{1000 \,.\, 800^3}{110 \,.\, 2000000 \,.\, 40000} = 0{,}06 \text{ cm.}$$

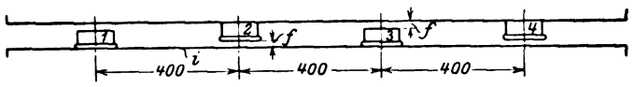


Abb. 6.

Ferner werden die Wagenachsen 1, 2 und 3 verbogen, und zwar liegt auf den Rädern 1 und 3 eine einseitige Belastung von je 1000 : 2 kg und auf dem Rad 2 eine solche von 1000 kg (Abb. 6). Die Verschiebung des Radreifens 2 in der Höhe der Bremsschienen ist $\frac{1000 \,.\, 40^2 \,.\, 75}{2000000 \,.\, 1000} = 0{,}015$ cm. Die Radreifen 1 und 3 erfahren eine entgegengesetzte Verschiebung um 0,008 cm. Der Spalt beim Rad 2 verengt sich also um 0,06 + 0,015 + 0,008 = 0,083 cm. Um die ganze Lücke zu schliefsen, ist ein einseitiger Druck von 1,3 . 1000 : 0,083 = ~ 16000 kg erforderlich und die Beanspruchung der Wagenachse ist wieder etwa = 5000 kg/qcm.

Die Umstände, welche die Bremskraft beeinflussen, sind so zahlreich, dafs es nicht möglich ist, die Bremse vorher auf eine bestimmte Bremswirkung einzustellen. Das ist auch nicht nötig; denn wie die Erfahrung zeigt, lernen die Bremswärter bald, die Wagen auf der Bremse beobachtend, die Bremskraft zu regeln oder sie zeitiger zu beenden. Es kommt aber darauf an, die Bremsen möglichst unempfindlich gegen die Abnutzung der Bremsschienen und die Verschiedenheit der Radreifenbreiten zu machen, sowie die senkrechte und wagrechte Steifigkeit der Bremsschienen und -Balken den Senkungen der Stützung und den verschiedenen Radreifenbreiten und Aufsenmafsen der Radabstände auf den Achsen anzupassen.

Digitized by Google

Beschleunigungsantrieb Bauart Pösentrup, zur Verbesserung der Wirkung der Ablaufberge.

Von Reg.-Baurat a. D. Kaempf, Direktor der Jos. Vögele A.-G. Mannheim.

Der Betrieb des Ablaufberges soll ein rasches und zugleich sicheres Verteilen der Wagen in die richtigen Gleise gewährleisten. Bei einem guten Wirkungsgrad des Berges mufs also mit hoher Abdrückgeschwindigkeit gearbeitet werden. Dabei darf es jedoch nicht vorkommen, dafs ein Gutläufer einen Schlechtläufer innerhalb der Verteilzone einholt, da dann eine Trennung der beiden Wagen durch die Weichen nicht mehr möglich ist. Der hintere Puffer des vorderen Wagens mufs von dem vorderen Puffer des hinteren Wagens vielmehr einen gewissen Mindestabstand haben. Professor Ammann gibt in der Verkehrstechnischen Woche 1911 den geringsten Pufferzeitabstand der Wagen, der zum Verstellen der Weichen nötig ist, mit drei Sekunden an. Soll dieser Pufferzeitabstand am Ende des Verteilraumes noch eingehalten werden, so ist hierdurch für einen bestimmten Ablaufberg die den jeweiligen Witterungsverhältnissen entsprechende Abdrückgeschwindigkeit festgelegt; sie läfst sich mit Hilfe der Wegzeitlinien ermitteln. Die Grenzen der Abdrückgeschwindigkeit werden hierbei zwischen 0,6 und 1,2 m/Sek. angegeben.

Die Untersuchung eines gewöhnlichen Ablaufberges ergibt nun, dafs dieser Berg bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen ein Arbeiten mit durchschnittlicher Abdrückgeschwindigkeit gestattet. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (Gegenwind und tiefer Temperatur) mufs jedoch die Abdrückgeschwindigkeit, um ein sicheres Verteilen der Wagen zu gewährleisten, erheblich vermindert werden, da die Lauffähigkeit eines Schlechtläufers bei ungünstigen Witterungsverhältnissen verhältnismäfsig schneller abnimmt als die eines Gutläufers. Gleichzeitig nimmt bei widriger Witterung die Laufweite der abrollenden Wagen erheblich ab.

Als normaler Berg ist bei dieser Untersuchung ein Ablaufrücken mit einer Gipfelausrundung von 200 m Halbmesser, einem Steilgefälle von 1:20 auf der Strecke von 65 m, anschliefsend einem Gefälle von 1:80 auf 50 m Länge und dann Übergang in Gefälle von 1:500 angenommen. Dieser Berg gestattet bei gewöhnlichem Wetter (mittlere Temperatur ohne Gegenwind) ein Arbeiten mit einer Abdrückgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. Bei tiefer Temperatur und Gegenwind (6 m) kann diese hohe Zuführungsgeschwindigkeit jedoch nicht beibehalten werden, wenn auf einer der Laufweite des Schlechtläufers entsprechenden Verteilstrecke ein Pufferzeitabstand von drei Sekunden bei einem Schlechtläufer und nachfolgendem Gutläufer eingehalten werden soll. Die Laufweite eines Gutläufers beträgt bei gewöhnlichem Wetter für diesen Berg etwa 950 m, die des Schlechtläufers etwa 650 m. Bei ungünstiger Witterung nimmt die Laufweite eines Gutläufers den Wert von etwa 550 m, die eines Schlechtläufers den Wert von etwa 225 m an. Würde auch bei schlechtem Wetter mit der Abdrückgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. gearbeitet, so könnte der Pufferzeitabstand von drei Sekunden zwischen Schlechtläufer und nacheilendem Gutläufer nur bis 95 m Entfernung vom Gipfel eingehalten werden. Soll der zum Verteilen der Wagen nötige Zeitabstand in diesem Falle etwa bis zur Entfernung von 200 m vom Gipfel beibehalten werden, bzw. die letzte benutzbare Verteilweiche 200 m vom Gipfel entfernt liegen, so darf die Abdrückgeschwindigkeit nur 0,24 m/Sek. betragen.

Bei Untersuchung eines kleinen Ablaufberges mit einer Gipfelausrundung von 400 m Halbmesser, einem Steilgefälle von 1:30 auf 40 m, anschliefsend einem Gefälle von 1:80 auf 40 m und dann Übergang in Gefäll 1:600, ergeben sich folgende Verhältnisse. Bei gewöhnlichem Wetter (mittlere Temperatur ohne Gegenwind) hat der Gutläufer eine Laufweite von etwa 600 m, der Schlechtläufer von etwa 390 m. Bei ungünstigem Wetter (tiefe Temperatur und Windstille) betragen die Laufweiten 330 bzw. 200 m. Bei schlechtem Wetter (mittlere Temperatur und Gegenwind von 6 m/Sek. ergibt sich eine Laufweite von 550 m für den Gutläufer und 205 m für den Schlechtläufer. Bei ungünstigstem Wetter (tiefer Temperatur und Gegenwind von 6 m/Sek.) zeigt sich, dafs die Laufweite des Schlechtläufers so gering ist, dafs bei diesem Wetter ein Arbeiten mit dem Berge kaum möglich ist. Die Laufweite des Gutläufers beträgt in diesem Falle 270 m, die des Schlechtläufers etwa 135 m. Die Spitze der letzten Verteilweiche liegt bei dem untersuchten Berge 285 m vom Berggipfel entfernt. Bei normalem Wetter darf die Abdrückgeschwindigkeit 0,64 m/Sek. betragen, wenn der Pufferzeitabstand von drei Sekunden an der Spitze der letzten Verteilweiche eingehalten werden soll.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dafs die Laufweiten der abrollenden Wagen bei ungünstigem Wetter erheblich abnehmen. Man mufs jedoch annehmen, dafs die Berge so bemessen sind, dafs die auf ihnen erzielten Laufweiten der Wagen für den betreffenden Bahnhof genügen oder dafs mit Rücksicht hierauf verschieden hohe Berge (Sommer- und Winterberg) neben einander angelegt sind.

Ferner ergibt sich für den normalen Ablaufberg, dafs bei diesem bei ungünstigem Wetter die Abdrückgeschwindigkeit erheblich sinkt. Mit kleiner werdender Abdrückgeschwindigkeit sinkt die Leistung des Ablaufberges jedoch erheblich. Ein normaler Ablaufberg kann bei ungünstigstem Wetter (tiefe Temperatur und Gegenwind von 6 m/Sek.) nur den dritten Teil von dem leisten, was er bei gutem Wetter (normaler Temperatur und Windstille leistet).

Für den kleinen Ablaufberg ergibt sich, dafs schon bei normaler Witterung nur mit einer verhältnismäfsig geringen Höchst-Abdrückgeschwindigkeit von 0,64 m/Sek. gearbeitet werden kann. Bei ungünstigem Wetter mufs diese Abdrückgeschwindigkeit ähnlich wie bei normalem Berg verringert werden.

Der Wirkungsgrad der Ablaufberge kann demnach dadurch verbessert werden, dafs man eine hohe Abdrückgeschwindigkeit auch bei ungünstigem Wetter ermöglicht. Dies soll mit dem Beschleunigungsantrieb Bauart Pösentrup erreicht werden.

Die Beschleunigungsanlage ist in das Steilgefälle dicht am Berggipfel eingebaut. Sie besteht aus einer Druckwelle, die durch zwei endlose Ketten gezogen wird. An den Enden dieser Welle befinden sich die beiden Druckrollen, die hinter die Spurkränze der Achse des zu beschleunigenden Wagens fassen. Auf der Druckwelle sitzen aufserdem zwei Laufrollen, die auf Kranschienen rollen und die Achse tragen. Ein elektrischer Motor treibt mittels eines Stirnzahnradpaares die untere der beiden Kettenradwellen an.

Der Ablaufbetrieb geht folgendermafsen vor sich: am Anfang des Antriebes ist in das Ablaufgleis ein Radtaster eingebaut. Dieser Taster wird durch jede Wagenachse betätigt. Soll nun ein schlechtlaufender Wagen beschleunigt werden, so hat der Rangierleiter einen Zustimmungsknopf zu drücken. Die Achse des nun den Taster niederdrückenden Wagens schaltet dann den Motor ein. Der Kettenantrieb setzt sich in Bewegung und beschleunigt den Schlechtläufer. Am Ende des Antriebes lösen sich die Druckrollen von den Radkränzen und laufen mit voller Geschwindigkeit zurück, bis das Laufrad des Pösentrup-Antriebes einen Endschalter betätigt. Hierdurch wird der Motor ausgeschaltet und die Bremse angezogen. Die Druckwelle kommt in ihrer Endstellung zum Halt und ist zum neuen Arbeitsspiel bereit.

Die Beschleunigungsanlage Pösentrup dient also zur Verbesserung des Wirkungsgrades, indem sie stets eine hohe Abdrückgeschwindigkeit ermöglicht. Da durch den Antrieb auch die Laufzeiten der Wagen beeinflufst werden sollen, mufs der

Digitized by Google

Antrieb in der Nähe des Berggipfels liegen; denn die Beeinflussung der Laufzeiten mufs am Berggipfel vor sich gehen. Dieses Gesetz ist bereits in der Verkehrstechnischen Woche 1922 von Dr. Ing. Wilhelm Müller und Regierungsbaumeister a. D. Wenzel veröffentlicht. Wird ein schlechtlaufender Wagen durch den Antrieb am Berggipfel beschleunigt, so wird seine Ablaufzeit verringert. Der Wagen kommt zunächst in schnelleres Ablaufen als ein Gutläufer. Nach gewisser Zeit wird jedoch die Geschwindigkeit des Gutläufers gröfser. Die Ablaufverhältnisse sind am besten den Wegzeitlinien zu entnehmen. Bei diesen Untersuchungen ist der Ablauf einer Wagenfolge von Gutläufer — Schlechtläufer — Gutläufer graphisch dargestellt. Den Kurven ist zu entnehmen, dafs der beschleunigte Schlechtläufer sich zunächst dem vorlaufenden Gutläufer etwas nähert, dafs dann der Wegabstand aber wieder gröfser wird. Auf diese Weise ist erreicht, dafs die Wagen schnell hintereinander ablaufen können, d. h. dafs mit hoher Abdrückgeschwindigkeit gearbeitet werden darf und dafs trotzdem der Pufferzeitabstand von drei Sekunden auf einer grofsen Verteilstrecke beibehalten ist. Ohne Beschleunigung würde der Schlechtläufer vom nachfolgenden Gutläufer bei hoher Abdrückgeschwindigkeit nach einer kurzen Strecke eingeholt werden, da das Laufvermögen eines Schlechtläufers prozentual schneller abnimmt als das eines Gutläufers.

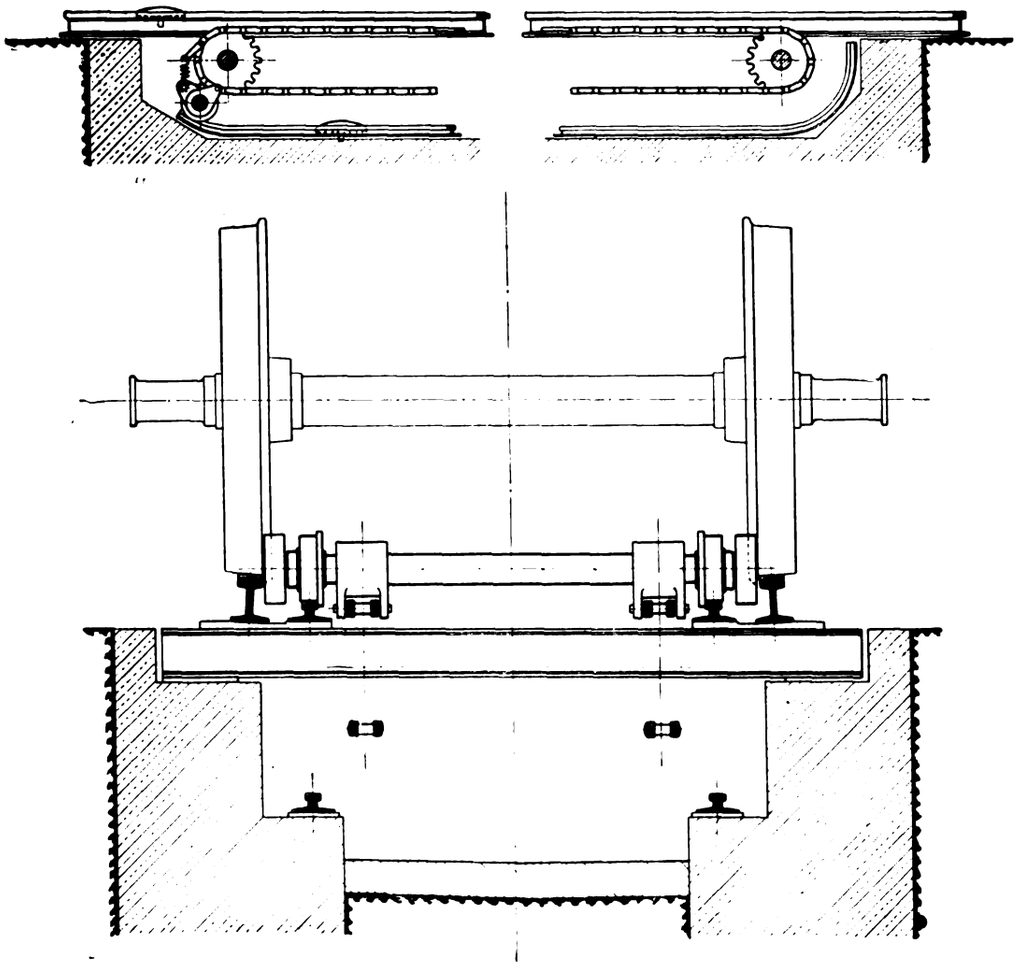


Abb. 1.

Die Lage und die für den Antrieb nötige Leistung sind auf Grund der Wegzeitlinien für einen normalen Ablaufberg ermittelt. Es hat sich ergeben, dafs man einem Schlechtläufer eine zusätzliche Beschleunigung, die einem Gefälle von etwa 0,4 m entspricht, geben mufs, wenn der Berg auch bei ungünstigem Wetter (tiefe Temperatur und Gegenwind von 6 m/Sek.) ein Arbeiten mit einer Abdrückgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. gestatten soll. Die Lage des Antriebes ist so zu ermitteln, dafs ein Schlechtläufer sich dem vorlaufenden Gutläufer nicht zu stark nähert und andererseits vom nachfolgenden Gutläufer nicht zu früh im Pufferabstand von drei Sekunden eingeholt wird. Es ergibt sich, dafs der Schwerpunkt des Wagens in etwa 2 m vom Gipfel entfernt beschleunigt werden mufs. Die Beschleunigung, die durch den Antrieb auf den Wagen übertragen wird, soll 0,6 m/Sek² nicht überschreiten, damit ein Verrutschen der Wagenladung nicht auftreten kann. Erfahrungsgemäfs sind Schlechtläufer unbeladene gedeckte, Gutläufer beladene offene Wagen. Als Schlechtläufer ist daher ein 10 t-

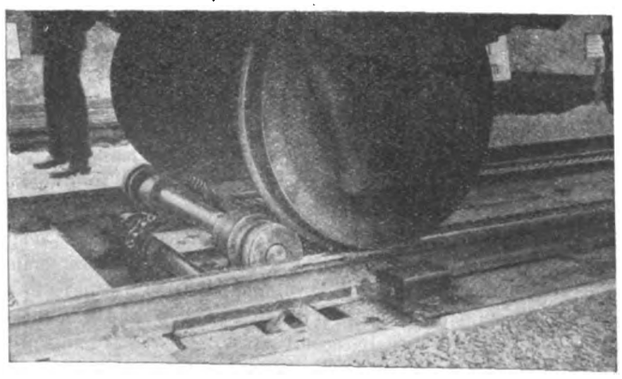


Abb. 2.

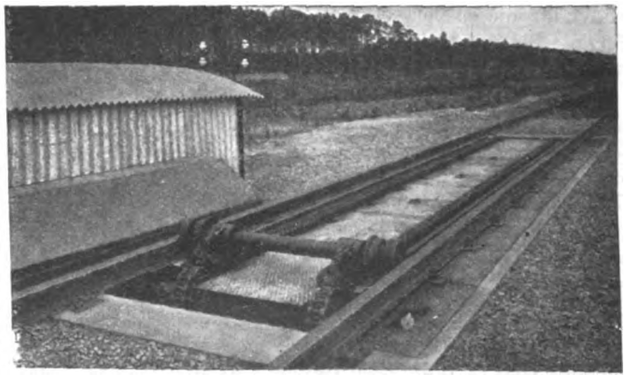


Abb. 3.

Digitized by Google

Wagen angenommen. Mit Rücksicht auf die sich drehenden Massen der Fahrzeuge ist die Erdbeschleunigung zu $g = 0{,}89$ für den Schlechtläufer eingeführt. Die Beschleunigungskraft, die auf den Wagen übertragen werden darf, beträgt nach vorstehenden Überlegungen P = Wagenmasse × Beschleunigung durch den Antrieb,

$$P = \frac{10000 \,.\, 0{,}6}{8{,}9} = 1125 \,.\, 0{,}6 = 675 \text{ kg}.$$

Die Arbeit, die durch den Antrieb auf den Wagen übertragen wird, ist Antriebskraft × Antriebslänge = 675 kg × Antriebslänge. Diese Arbeit soll der Energiezunahme, die der Wagen bei 0,4 m Gefälle erhält, entsprechen. Es besteht die Beziehung: Antriebskraft × Antriebsweg = reduziertes Wagengewicht × Gefälle,

$$\text{Antriebsweg} = \frac{\text{reduzierter Wagenweg} \times \text{Gefälle}}{\text{Antriebskraft}},$$

$$\text{Antriebsweg} = \frac{10000 \,.\, 9{,}81 \,.\, 0{,}4 \text{ m}}{8{,}9 \,.\, 675} = 6{,}55 \text{ m}.$$

Die Antriebslänge, d. h. die Entfernung der beiden Kettenradachsen ist ausgeführt zu 7,5 m mit Rücksicht darauf, dafs die Druckrollen die Spurkränze der Wagenachse erst hinter der vorderen Kettenradachse einholen. Für diesen Weg zum Einholen ist etwa 0,5 bis 0,75 m gerechnet. Aus der Weglänge von 6,55 + der Strecke von 0,75 m ergibt sich die Antriebslänge, die, wie gesagt, zu 7,5 m ausgeführt ist. Die Geschwindigkeit, die der Schlechtläufer beim Verlassen des Antriebes erhalten hat, beträgt 3 m/Sek. Dementsprechend ist die Zahnradübersetzung zwischen Motor und Kettenradachse so gewählt, dafs die Druckwelle bei normaler Drehzahl des Motors eine Geschwindigkeit von 3 m/Sek. besitzt. Bei einer Wagenlänge von 10 m und einer Abdrückgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. läuft alle 12,5 Sek. ein Wagen ab. Der Antrieb mufs also spätestens alle 12,5 Sek. wieder arbeitsbereit sein. Bei einer Antriebslänge von 7,5 m und einer Arbeitsgeschwindigkeit, die von 0 auf 3 m/Sek. steigt und Rücklaufgeschwindigkeit von 3 m/Sek. braucht die Druckwelle fünf Sekunden für einen Arbeitsgang. Die Lage des Antriebes ergibt sich aus der Bedingung, dafs der Schwerpunkt des Wagens in etwa 2 m Entfernung vom Gipfel beschleunigt werden soll. Es ist mit einem durchschnittlichen Radstand der Wagen von 5 m gerechnet. Der Einholweg ist zu 0,75 m angenommen. Der Antrieb beginnt zu arbeiten, sobald sich die Druckrollen hinter die Spurkränze gelegt haben. Die Druckrollen haben bei der Arbeitsstellung einen wagrechten Abstand von etwa 0,3 m von der Wagenradachsmitte. Die vordere Antriebsachse (Kettenradachse) ist dementsprechend in einer Entfernung von $2 + \frac{5}{2} - 0{,}3 - 0{,}75$ = etwa 3,5 m vom Gipfel entfernt angebracht.

Zusammengefafst besteht der Antrieb also aus einer an zwei endlosen Ketten befestigten Druckwelle. Diese Druckwelle wird auf eine Geschwindigkeit von 3 m/Sek. beschleunigt. Der Kettenradachsabstand beträgt 7,5, die obere Kettenradachse ist 3,5 m vom Gipfel entfernt. Ein Schlechtläufer, der beschleunigt werden soll, wird in etwa 4 m Abstand vom Berggipfel von den Druckrollen erfafst und von seiner Zuführungsgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. beim Laufen über den Antrieb durch die Druckrollen auf 3 m/Sek. beschleunigt. Dabei entspricht die vom Antrieb auf den Wagen übertragene Energie etwa einer Gefällehöhe von etwa 0,4 m.

Der so bemessene Antrieb gestattet also auch bei ungünstigem Wetter ein Arbeiten des Ablaufberges mit hoher Abdrückgeschwindigkeit. Der Wirkungsgrad des Berges wird dadurch wesentlich erhöht.

Zur Handhabung des Antriebes ist noch folgendes zu bemerken: Je nach Bedarf wird die erste oder die zweite Achse des ablaufenden Wagens beschleunigt. Der Radtaster ist so angebracht, dafs die Druckrollen sich unmittelbar nach Vorbeifahrt der Wagenradachse hinter deren Spurkränze legen. Falls durch unvorhergesehen plötzliche Verzögerung einmal die Druckrollen genau unter das Wagenrad kommen sollten, so ist ein Hochheben des Wagens nicht möglich, da die nutzbare Kettenzugkraft nur 675 kg beträgt, während der Achsdruck eines schweren Wagens etwa 5000 kg ausmacht. Selbst im Falle, dafs der Motor ein Anzugsmoment, das das 2,5 fache der normalen Zugkraft beträgt und unter Abrechnung des Wirkungsgrades von Zahnradübersetzung und Kette kann der Wagen durch den Antrieb nicht gehoben werden.

Mit diesem in Bauart und Wirkungsweise sehr einfachen Antrieb ist also eine bedeutende Steigerung des Wirkungsgrades eines Ablaufberges zu erreichen.

Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln.

Im Vergleich zu den fast ständigen Verbesserungen auf vielen Teilgebieten des Eisenbahnwesens ist es auffällig, dafs bei der Arbeit am Gleis wenig grundlegende Fortschritte zu verzeichnen sind. Die Arbeitsgeräte und Arbeitsverfahren haben sich auch im Laufe von Jahrzehnten kaum gewandelt. Die Handarbeit beherrscht das Feld nach wie vor fast vollständig. Das gilt für die Beförderung der Gleisbaustoffe vom Erzeuger bis zur Verwendungsstelle sowohl als auch für den Zusammenbau des Gleises, seine Unterhaltung und Beseitigung. Kommen die Oberbaustoffe vom Lager, so mufs man damit rechnen, dafs jedes Stück fünf- bis sechsmal in die Hand genommen werden mufs. Gehen ausgebaute Gleisstoffe auf Lager, so liegen die Verhältnisse ganz ähnlich. Dabei handelt es sich, wie bei vollständigen Gleisumlegungen, um Mengen von zusammen 3 bis 400 t/km, die etwa zwölfmal von Hand bewegt werden müssen.

Diese Nachteile hat die Grofse Südbahn in Irland mit einer Gleislegemaschine zu beseitigen versucht, deren Bau und Verwendung im folgenden kurz beschrieben werden soll. Die Maschine ist mehrere Monate mit vollem Erfolg in Tätigkeit gewesen. —

Sämtliche Oberbaustoffe werden in einem Hauptlager auf Stapel genommen. Das Lager ist mit einem elektrischen 15 t-Kran ausgerüstet. Entladung und Wiederverladung geschehen damit in möglichst wirtschaftlicher Weise. Unter Mithilfe des Kranes wird das Gleis schon auf dem Lagerplatze in einzelnen Schienenfeldern zusammengebaut, bei Abruf in fertigen Feldern auf den Bauzug aufgeladen und nach der

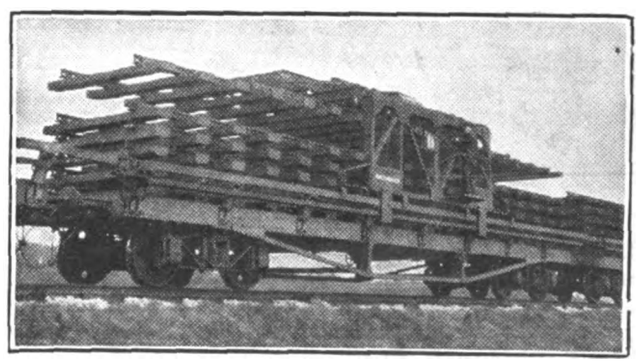


Abb. 1. Wagen aus Bauzug für maschinelle Gleisverlegung.

Verwendungsstelle gefahren. Ausgebautes Gleis, das aber draufsen nicht zerlegt wird, wandert den umgekehrten Weg, zunächst auf Stapel im Lager.

Digitized by Google

Die Leistung des Kranes beträgt auf Grund längerer Erfahrungen etwa:

Abladen neuer Schwellen . .	1500	Stück in einer Stunde
Verladen alter Schwellen . .	1500	» » » »
Abladen neuer Schienen . .	240 t	» » »
Verladen alter Schienen . .	220 t	» » »
Verladen von neuem Gleis von Stofslänge, gestapelt . . .	800	lfd. m » » »
Abladen von altem Gleis . .	700	» » » »

Der neue Gleisleger arbeitet in Verbindung mit einem besonders eingerichteten Bauzug (Abb. 1), an dessen einem Ende der Gleisleger, am andern ein Packwagen läuft, in dem eine elektrische Kraftanlage für den Betrieb des Gleislegers und für die Beleuchtung der Baustelle bei Nacht untergebracht ist. Die Kraftmaschine von 50 PS entnimmt ihren Dampf unmittelbar aus der Lokomotive. Der Bauzug fährt mit neuen Gleisstoffen beladen nach der Baustelle und kehrt mit alten beladen nach dem Lager zurück.

Die Gleislegemaschine ist in Abb. 2 nach Ansicht und Draufsicht dargestellt. Sie besteht aus drei Teilen: einem fünfachsigen Wagen von rund 19 m Länge, einem Ausleger in Form einer Gitterbrücke und einer langgestreckten Laufkatze, die zwischen den Hauptträgern des Auslegers auf besonderen Schienen läuft (vergl. auch Abb. 4). Der gesamte Laufweg der Laufkatze beträgt 18,6 m. Sie enthält zwei Hubwinden in 9 m Abstand von einander, stark genug, um eine ganze Stofslänge zu heben (Abb. 2 und 3). Die Winden heben einen Gleisstofs mit Hilfe eines nicht näher beschriebenen Hilfsgerätes, eines plattenförmigen Gitterträgers, der an vier Stellen in je 5 m Abstand mit Greifern die Schienen fafst, so dafs der Gleisrahmen sich nicht durchbiegen kann. Ist ein Rahmen genügend angehoben, so fährt die Laufkatze rückwärts und setzt ihn am andern Ende des Gleislegers auf den Wagenboden des Gleislegewagens ab. Der Antrieb geschieht ausschliefslich elektrisch, die Steuerung vom Sitz des Kranführers aus (vergl. Abb. 2 und 6).

Die Weiterbeförderung des Gleisrahmens übernimmt nun ein besonderer Bockkran, der über den Bauzug hinfährt, (Abb. 1, 2, 5, 6). Die Laufbahn für ihn wird aus besonderen Schienen gebildet, die an den Längsseiten der Bauwagen, etwas erhöht über dem Wagenboden, auf ausgekragten Stützen gelagert sind und vermittels längsverschieblicher Einsatzstücke, die beim Federspiel der Puffer nachgeben, zu einem durchlaufenden Gleise auf dem Zuge selbst vereinigt werden. Dieses Obergleis, wie es hier genannt sein möge, ist auf den Abb. 1, 4 bis 6 deutlich zu sehen. Abb. 6 läfst auch die Verbindung zwischen zwei Bauwagen erkennen.

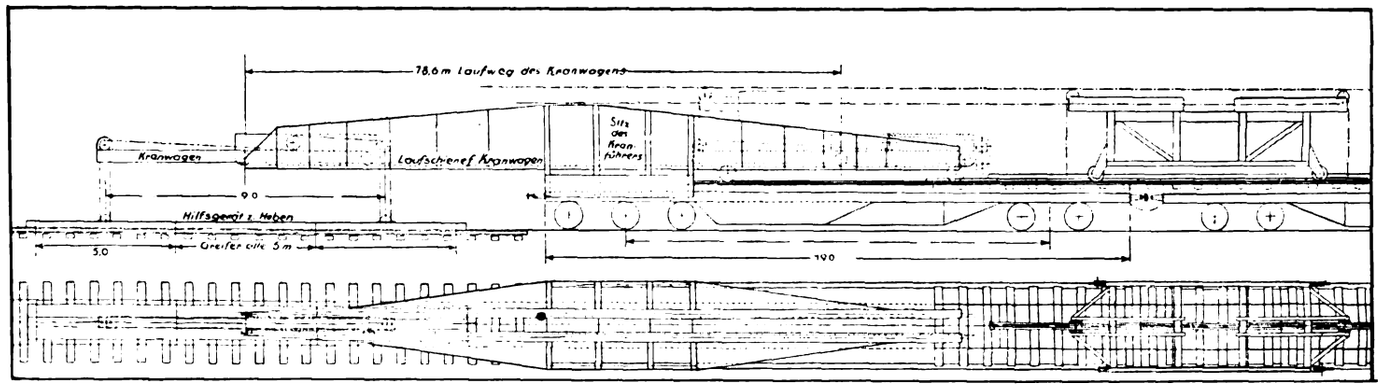


Abb. 2. Gleislegemaschine.

Der Kran für dieses Obergleis ist ein vierfüfsiger, elektrisch getriebener Bockkran mit solcher lichten Weite, dafs er über die Stapel von Gleisstöfsen auf den Bauwagen frei hinweg fahren kann. Mit zwei Seilwinden würde also der ausgebaute und vom Gleisleger zwischendurch abgesetzte Gleisrahmen jetzt gehoben, über den ganzen Bauzug fort bis zu einem leeren Wagen gefahren und dort abgesetzt. Darauf würde ein neuer Gleisstofs gefafst und nach vorn zum Gleisleger gebracht, der ihn zu übernehmen und einzusetzen hätte.

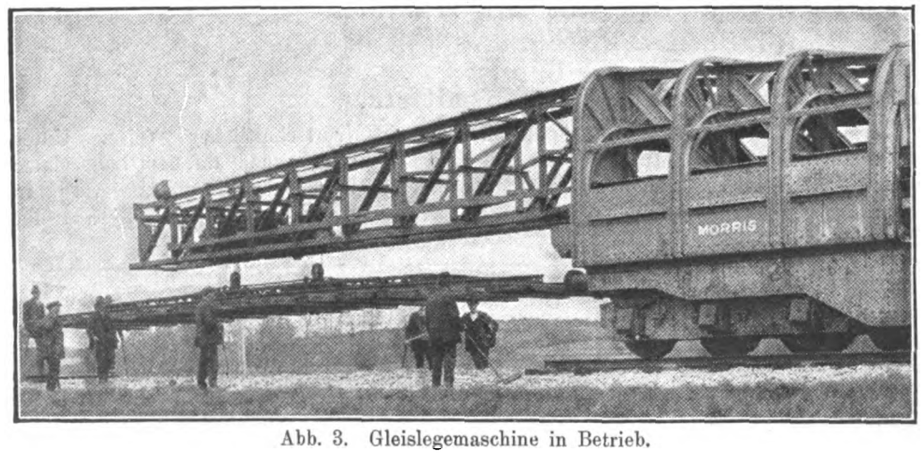


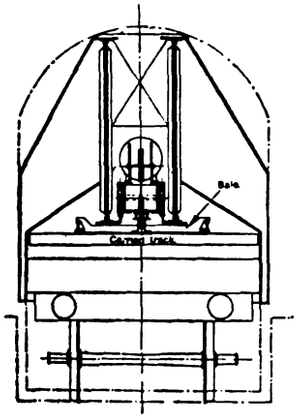
Abb. 3. Gleislegemaschine in Betrieb.

In Wirklichkeit arbeiten Gleisleger und Bockkran gleichzeitig; die alten und neuen Gleisrahmen wechseln auf dem hinteren Ende des Gleislegers, also auf dem Boden des Gleislegewagens. Ist ein neuer Gleisstofs verlegt, so bewegt sich der ganze Bauzug um Stofslänge vorwärts. Das wird solange fortgesetzt, bis der Bauzug von den neuen Gleisrahmen entladen und dafür mit den alten, ausgebauten beladen ist. Hierauf wird der Bockkran auf den Gleislegewagen gefahren und dieser abgekuppelt. Er bleibt am Gleiskopfe stehen, während der Bauzug nach dem Gleislager fährt. Dort wird er entladen und mit neuen Gleisstöfsen beladen, worauf er zur Baustelle zurückkehrt. Das Ladegeschäft bei sechs Wagen (700 bis 800 m Gleis) erfordert nur etwa zwei Stunden. Die Stundenleistung des Gleislegers beträgt 100 bis 130 m Gleis bei $13^1/_2$ m-Schienen und etwa 180 m und mehr bei 18 m-Schienen.

Digitized by Google

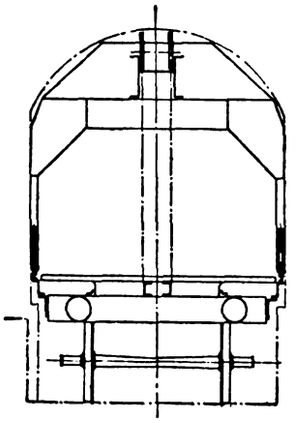
Die einzige vorbereitende Handarbeit ist das Auskoffern des Gleises und Lösen der Laschenverbindungen. Im übrigen werden aber die Gleisbaustoffe überhaupt nicht in die Hand genommen. Alles geschieht durch Maschinenkraft und im grofsen. Beschädigungen von Leuten und Baustoffen sind so gut wie ausgeschlossen. Als Handarbeit bleibt wieder nur das Verlaschen, Stopfen und Verfüllen des Gleises. Die Arbeitsersparnis wird zu 50% angegeben.

Auch vom betrieblichen Standpunkte aus hat der Gleisleger bedeutende Vorteile. Zwar wird das Gleis vollständig gesperrt; da die Arbeit bei genügender Beleuchtung aber ebensogut nachts fortgeführt werden kann, ergeben sich Störungen für den Betrieb höchstens für wenige Tage, während sonst mit wochen- und monatelangen Geschwindigkeitsverminderungen und dergleichen gerechnet werden mufste. Bei der Verwendung gestampfter Bettung müfste der Gleisleger gute Dienste tun können.



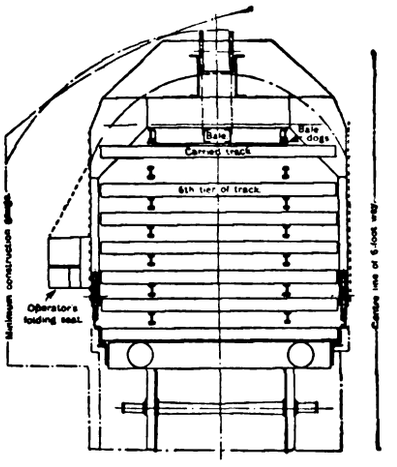
Cross-section of cantilever truck with trolley and carried track.

Abb. 4.
Gleislegemaschine.
Querschnitt des Auslegers mit Laufkatze, Hilfsträger und gehobenem Gleisstück.



Train trolley in position for zone to zone movement.

Abb. 5.
Bockkran, fährt über den Bauzug hinweg.



End elevation of loaded wagon and trolley with section of track picked up

Abb. 6.
Stirnansicht des beladenen Wagens mit Bockkran und gehobenem Gleisstück.

Die Behandlung der Gleisbaustoffe in einem Hauptlager hat sich für rasche Bauarbeit und wirtschaftliche Weiterverwendung der ausgebauten Gleise als sehr günstig erwiesen. (Modern-Transport 1925.) Dr. Gläsel.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Über den Aufbau und Charakter der Kosten von Eisenbahnbetrieben.

(Schweizerische Bauzeitung vom Juli 1925.)

Die bisherige Behandlung des Kostenproblemes, die sich für gewöhnlich nur mit der Verteilung der Produktionskosten auf die einzelnen Produkte eines Betriebes befafst, reicht für wichtige Aufgaben, vor allem für die Preispolitik nicht aus; es ist nötig, dabei auch die Abhängigkeit von dem Beschäftigungsgrad zu berücksichtigen.

Der Einflufs der Elektrifikation auf den Charakter der Zugförderungskosten der S. B. B. wird in dem Aufsatz auf Grund des Berichtes der Generaldirektion nachgewiesen, die Kosten werden in vom Beschäftigungsgrad unabhängige und davon abhängige getrennt und so die Gesamtkosten für den elektrischen und für den Dampfbetrieb gewonnen; die zeichnerische Darstellung läfst klar und deutlich den grofsen Unterschied im Charakter derselben erkennen.

Der Geltungsbereich der Gesamtkostenlinie ist ein beschränkter und abhängig von den Kosten der Herstellung und denen der Herstellungsbereitschaft; die Gesamtkostenlinie ist nur so lange gültig, als sich die Bereitschaftskosten nicht ändern. Unter der Annahme der Vergröfserung des Verkehrs über einen bestimmten Beschäftigungsgrad hinaus, der eine Vermehrung der Lokomotiven und der Kraftanlagen bedingt, wird hierfür der Nachweis erbracht.

Kostentheoretische Grundlagen der Tarifgestaltung. Der Grundsatz des Tarifwesens: Der Wert der Ortsveränderung bildet die obere, die Selbstkosten die untere Grenze, die der Tarif nicht überschreiten darf, sagt nichts anderes, als dafs auf die Dauer kein Gut unter Selbstkosten verkauft werden kann, und lautet bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft: „Die Gesellschaft hat ihren Betrieb unter Wahrung der Interessen der deutschen Volkswirtschaft nach kaufmännischen Grundsätzen zu führen." Die Lösung des Selbstkostenproblemes erfordert die Berücksichtigung der sämtlichen Kosten und gipfelt bei der Eisenbahn in den Kosten für ein Gütertonnenkilometer und für ein Personenkilometer, sowie in der Verteilung der Gesamtkosten auf diese beiden Kostenträger. Das bedingt ein eingehendes Vertiefen in das Studium des Aufbaues und des Charakters der Eisenbahnkosten. Die im Maschinenbau und andern Industrien gut verwendbare Kalkulationsformel: Baustoff + werbende Löhne + Zuschlag für Gemeinkosten in Prozenten der werbenden Löhne = Selbstkosten lautet für die Eisenbahn: Anteil der Tarifgruppe an den Gesamt-(Gemein-)kosten geteilt durch Tarifeinheiten = Selbstkosten. An der Hand der Geschäftsberichte der Rhätischen Bahn werden die Kostenteile nun festgestellt und für die einzelnen Titel wird gefolgert:

Die Kosten der allgemeinen Verwaltung sind fest d. h. unabhängig vom Beschäftigungsgrad Die Kosten für Unterhaltung und Bewachung der Bahn sind zum grofsen Teil auch fest, können aber mit wachsendem Verkehr etwas steigen. Die Kosten für Stationsdienst sind annähernd fest, jene für Zugbegleitung etwas vom Verkehr abhängig. Am meisten mit dem Verkehr steigende Kostenteile finden sich beim Fahrdienst und in geringerem Mafse bei den Betriebswerkstätten. Die Titel Verschiedenes, Verzinsung und Tilgung scheinen zum gröfsten Teile nur feste Bestandteile zu enthalten.

Hieraus wird weiter geschlossen, dafs im Betrieb der Rhätischen Bahnen die festen Kosten mindestens 90/100 der Gesamtkosten ausmachen, und daraus vermutet, dafs im Bahnbetrieb die Gesamtkosten vom Beschäftigungsgrad gröfstenteils unabhängig sind. Durch Verbilligung der Tarife ist die Möglichkeit gegeben, den Beschäftigungsgrad zu heben und dadurch die Gesamtkosten eher zu decken, als mit hohen Tarifen und schwachem Verkehr

Digitized by Google

Unter Zugrundelegung des Fahrplanes als Einheit der vom Beschäftigungsgrad abhängigen Kostenteile wird nun die Untersuchung fortgesetzt und nachgewiesen, dafs bei elektrischen Bahnen mit eigenen Kraftanlagen auch die Stromkosten einen fast festen Charakter annehmen, so dafs solche Unternehmungen in höchstem Mafse empfindlich gegen Konjunkturschwankungen sind, und dafs das Kostenproblem beim Eisenbahnbetriebe dynamischer und nicht statischer Natur ist, weil die Produktionseinheitskosten eine Funktion des Beschäftigungsgrades sind B. E. Eck.

Kraftomnibus-Verkehr der Boston und Maine-Bahn.

(Railway Age 1925, 2. Halbj., Nr. 21.)

Die nordamerikanischen Eisenbahnen leiden durchweg sehr stark unter dem Wettbewerb des Kraftwagens. Der Personenverkehr nimmt dauernd ab, vor allem über kurze Entfernungen und in ländlichen Gegenden und der Reisende benutzt mehr und mehr den bequemeren Privatkraftwagen oder die immer mehr aus dem Boden schiefsenden Omnibuslinien, die im Vorortverkehr den Weg zum Bahnhof und oftmaliges Umsteigen ersparen und auf dem flachen Lande häufigere Fahrgelegenheit bieten als die Eisenbahnen. Nicht ganz so gefährlich, wenn auch ernst zu nehmen, ist der Wettbewerb der Lastwagen, da der Güterverkehr über kürzere Entfernungen für die Eisenbahnen weniger wertvoll ist.

Die Eisenbahnen haben natürlich Interesse daran, diesen Wettbewerber niederzuhalten; sie weisen besonders darauf hin, dafs ihre Aussichten nicht so ungünstig wären, wenn die Kraftwagen in angemessener Weise zu den hohen Anlage- und Unterhaltungskosten der Strafsen beisteuern müfsten. Augenblicklich ist dies aber noch nicht erreicht; im Gegenteil ist die Lage so — es mutet wie ein Witz an — dafs die Steuern und Abgaben der Eisenbahnen noch zu einem grofsen Teil für den Strafsenbau Verwendung finden. Wollen also die Eisenbahnen nicht selbst ihren Wettbewerber grofsziehen, so bleibt nur eines übrig: sich selbst des neuen Verkehrsmittels überall dort zu bedienen, wo es wirtschaftlicher arbeitet als die bisherigen Mittel oder wo es diese unterstützt.

In der geschilderten Lage war die Boston und Maine-Bahn. Bei einem grofsen Teil ihres Netzes auf die Einnahmen aus dem Personenverkehr angewiesen — 1650 km oder 42 % des Gesamtnetzes bringen nur 2,8 % der gesamten Gütereinnahmen auf — konnte sie einer Untergrabung dieses Verkehrs nicht ruhig zusehen. Ein Teil des Wettbewerbs liefs sich durch Motorwagenfahrten ausschalten. Man entschlofs sich aber noch weiter zu gehen und auch den Kraftomnibusverkehr auf den Strafsen selbst in die Hand zu nehmen. Eine mit der Bahn eng verbundene Gesellschaft die „Boston und Maine-Transportgesellschaft wurde hierzu besonders ins Leben gerufen. Sie bedient sowohl den Güterverkehr, auf den hier nicht näher eingegangen werden soll, als auch den Personenverkehr. Die Kraftomnibuslinien, die eingerichtet wurden, lassen sich je nach dem Zweck in mehrere Gruppen teilen: Wo der Zugverkehr ganz unwirtschaftlich war, wurde er völlig stillgelegt und durch häufiger verkehrende Omnibuslinien ersetzt. Andernorts wieder war es möglich, neben den Zügen als Ergänzung eine Reihe von Omnibusfahrten einzuschalten; dabei konnte vielfach eine gröfsere Anzahl der Zugaufenthalte ganz wegfallen und so die Reisegeschwindigkeit der Züge erhöht werden. Damit wurde zugleich die Fahrt für die Reisenden wesentlich angenehmer und die kürzere Fahrzeit bot Anreiz zu erhöhter Benützung der Züge. Häufig schien es auch zweckmäfsig mit den Kraftwagen neue Zubringerlinien zu eröffnen. Durch landschaftlich schöne Gegenden endlich wurden besondere Vergnügungsfahrten eingelegt. Alle diese Kraftwagenlinien werden völlig unabhängig von den übrigen Bahneinrichtungen betrieben, abgesehen von einigen kleinen Orten, wo sich die Einstellung verschiedener Beamter nicht lohnen würde. Die Wagen berühren die Bahnhöfe nur dort, wo ein Zuganschlufs dies nötig macht; im übrigen werden Hotels usw. als Haltestellen gewählt. Alle Fahrten sind aber genau in die Fahrpläne der Bahn aufgenommen und sind somit, da die Fahrpreise nicht viel verschieden sind, den Zugfahrten gleich zu achten. Der grofse Wert, den solche Omnibuslinien für die Eisenbahnen haben, geht aus einer statistischen Erhebung hervor, welche die Boston und Maine-Bahn angestellt hat. Es ergab sich dabei, dafs 77 % sämtlicher Omnibusreisender diese Fahrgelegenheit an Stelle des Eisenbahnzugs benutzten, d. h. die Eisenbahn hätte diese Reisenden ohne den eigenen Omnibusverkehr an fremde Kraftwagengesellschaften verloren.

Für das ganze rund 700 km lange Netz von Kraftwagenlinien besitzt die Bahn 30 Omnibusse. Um die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten möglichst niedrig zu halten, wurden durchweg normale Wagen, ein Teil mit vier, der Rest mit sechs Zylindern gewählt. Die leichteren Wagen haben 21, die schwereren 25 und 29 Sitzplätze; sofern Gepäck mitbefördert werden soll, fallen einige Sitzplätze aus. Einzelne Wagen, die über gröfsere Entfernungen verkehren — eine Linie von Boston nach Portland ist rund 180 km lang — sind besonders bequem ausgestattet.

Das Vorgehen der amerikanischen Bahngesellschaft ist auch für die europäischen Eisenbahnverwaltungen beachtenswert. Die Gefahr des Kraftwagen-Wettbewerbs ist hier zwar nicht so grofs, aber sie ist doch auch vorhanden. Der Kraftwagen darf zudem nicht so sehr als gefährlicher Wettbewerber angesehen werden; die Eisenbahnen müssen bildlich gesprochen, versuchen ihn als Vorspann zu benützen, seine Vorteile selbst auszunützen, wie wir dies bei der Boston und Maine-Bahn sehen. R. D.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Gleisverlegungsarbeiten im Winter.

In „Revue gen. des Ch. d. f." (1925, 2. H., Heft 6) wird ein Verfahren geschildert, wie in Gegenden Amerikas, die mit starkem Schneefall zu rechnen haben und in denen das Schneeräumen mit Schaufel übermäfsige Kosten verursachen würde, auch im Winter Gleisverlegungsarbeiten bei Temperaturen bis 25 Grad unter Null vorgenommen werden. Während der Arbeit ist eingleisiger Betrieb eingeführt. Nach Arbeitsschlufs mufs das Gleis wieder mit ungeminderter Geschwindigkeit befahrbar sein.

Die Arbeiter und das gesamte Baumaterial werden durch einen besonders zusammengestellten Arbeitszug an den Arbeitsplatz gebracht. Nach Ankunft des Zuges an der Arbeitsstelle wird die Lokomotive abgehängt und an die Dampfleitung der Lokomotive eine Vorrichtung angeschlossen, die gestattet, einen starken Dampfstrahl auf das Gleis in seiner ganzen Breite wirken zu lassen, um je nach dem Fortschreiten der Arbeit und der Stärke der Schneeschicht den Schnee zum Schmelzen zu bringen. Jeder Arbeiter hat immer die gleiche Arbeit zu leisten, so dafs im Arbeitsfortschritt eine Stockung nicht eintreten kann. Nach dem Schmelzen des Schnees wird das ganze alte Gleis samt Schwellen entfernt, das Material seitlich gelagert und die Verteilung der neuen Schwellen vorgenommen. Durch drei Arbeiter werden die Schwellen nachgedechselt. Fünf Arbeiter verlegen mittels eines fahrbaren Dampfkrans die neuen Schienen im Rohen, so dafs nach Befestigung zweier Schienen auf den Schwellen der Kran wieder um eine Schienenlänge vorrücken kann. In der Stunde werden auf diese Weise durchschnittlich 60 Schienen verlegt. Weitere neun Arbeiter bringen die Laschen an, die Schraubenbolzen werden von Hand eingezogen und die Muttern leicht aufgeschraubt. Die Bolzenlöcher werden, soweit nötig, durch eine fahrbare mit Prefsluft betriebene Maschine gebohrt. Auf diese Weise können gleichzeitig vier Lochungen hergestellt werden. Das endgültige Festschrauben der Bolzen geschieht durch eine ähnliche gleichfalls mit Prefsluft betriebene Maschine. Eine Rotte von 14 Mann besorgt das genaue Ausrichten der Gleise, eine Rotte von 16 Mann das Unterkrampen der Schwellen.

Alles in allem besteht die ganze Arbeiterpartie aus 131 Mann, die als Höchstleistung in sechs Stunden 4870 m Schienen oder 411 Schienen je 11,85 m lang legten. Wa.

Schienen- und Schwellenart bei gepflasterten Wegübergängen.

(Gleistechnik 1925, Nr. 12.)

Reichsbahnrat Stierl, Berlin, kommt in einem Aufsatz „Über die Verwendung von Leitschienen im Netze der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft" zu dem Ergebnis, dafs bei Wegübergängen mit Leitschienen an Stelle von Eisenquerschwellen besser Holzquerschwellen verwendet werden, weil erstere in den meist nur schlecht entwässerten Wegübergängen frühzeitig unbrauchbar werden, aufserdem komme in Betracht, dafs die Stühle für die Leitschienenbefestigung auf Holzschwellen im Gegensatz zu denen für Eisenschwellen so hoch sind

Digitized by Google

(59 mm unter Fahrschienenfufs), dafs ein Pflaster der üblichen Höhe über den Schwellen hergestellt werden kann, was bisher nicht möglich war.

Im Anschlufs hieran izt darauf hinzuweisen, (siehe Gleistechnik 1925, Heft 17), dafs die Reichsbahndirektion Oldenburg auf der heurigen Verkehrsausstellung in München eine Zweifufsschiene ausgestellt hat, die für Pflastergleise auf Eisen- oder Holzschwellen verwendet werden kann. Der obere Teil der gewalzten Doppelschiene besteht aus einer normalen Schienenform, aber mit nur 84 mm Fufsbreite, der untere Teil aus einer etwa 70 mm hohen Schiene mit regelmäfsiger Fufsbreite (125 mm.) Der Vorteil besteht darin, dafs das gewöhnliche Kleineisenzeug verwendet und wegen der bedeutenden Höhe der Schiene (200 mm) das gewöhnliche Strafsenpflaster ohne Schwierigkeit unter den Schwellen verlegt werden kann. An diesen Doppelschienen können die üblichen Spurrinnenschienen seitlich angebracht werden. Wöhrl.

Querschnitt des freizuhaltenden Lichtraums und Abmessungen der Fahrzeuge bei den englischen Eisenbahnen.

Für die englischen Eisenbahnen bestehen keine einheitlichen, bindenden Vorschriften über die Mindestmafse des freizuhaltenden Lichtraumes über den Gleisen und über die Höchstmafse der Fahrzeuge. Das Verkehrsministerium hat aber neuerdings Richtlinien veröffentlicht, die der Festsetzung dieser Abmessungen zugrunde zu legen sind. Der Abstand zweier benachbarten Gleise wird in England nicht, wie bei uns üblich, durch das Mafs der Entfernung der beiden Gleisachsen von einander angegeben, sondern durch den Abstand der Aufsenkanten der beiden inneren Schienenköpfe; dieser Abstand beträgt gewohnheitsmäfsig allgemein 6 Fufs (1,83 m). Seit dieses Mafs allgemein angenommen worden ist, seit dem Jahre 1858, ist aber die Breite der Eisenbahnfahrzeuge um 2 Fufs (0,61 m) gewachsen, so dafs der Zwischenraum zwischen zwei aneinander vorbeifahrenden Zügen, der 1858 bei 2,24 m breiten Fahrzeugen 1,07 m betrug, heute bei 2,85 m breiten Fahrzeugen auf 46 cm eingeschränkt worden ist.

Berührungen zwischen zwei aneinander vorbeifahrenden Zügen, die in der letzten Zeit wiederholt vorgekommen sind, haben die Notwendigkeit erkennen lassen, ein Mindestmafs für den Abstand zwischen ihnen festzusetzen, was bei Festhalten an dem Mafs des Gleisabstands gleichbedeutend mit der Festsetzung eines Höchstmafses für die Breite der Fahrzeuge ist. Man hat Versuche angestellt, um das Mafs der seitlichen Schwankungen der Fahrzeuge zu ermitteln, und ist zu dem Ergebnis gekommen, dafs 18 Zoll (46 cm) das zulässige Mindestmafs für den Abstand zwischen zwei aneinander vorbeifahrenden Zügen ist.

Auf der Aufsenseite wird verlangt, dafs neben dem breitesten, also 2,95 m breiten Fahrzeug, ein 71 cm breiter Raum freizulassen ist. Die oben angeführten Mafse ergeben einen Gleisabstand, von Achse zu Achse gemessen, von 3,40 m. Die lichte Weite für ein Bauwerk, also z. B. die Widerlager einer Brücke, zu beiden Seiten einer zweigleisigen Strecke würde 7,78 m betragen. Es wird empfohlen, hierzu noch einen Fufs (0,305 m) zuzugeben, also für dieses Mafs 8,08 m zu wählen. Diese Breite soll auf der freien Strecke 91 cm über Schienenoberkante vorhanden sein, bei Einfahrten in Lokomotivschuppen und an sonstigen Toren, durch die Eisenbahnfahrzeuge rollen, aber bereits auf Schwellenhöhe beginnen, damit neben dem Gleis stehende Personen nicht gefährdet werden. Einragungen in den 71 cm breiten Raum neben dem Fahrzeug sind zugelassen, wenn es sich z. B. um Laternenmaste und dgl. handelt. Der freie Raum soll bis 4,58 m über Schienenoberkante reichen. In Krümmungen ist die Breite — je nach der Länge der auf der Strecke verkehrenden Wagen und dem Halbmesser — zu vergröfsern.

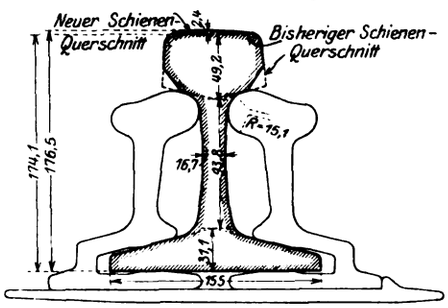
Ein Zwang, die genannten Lichtmafse herzustellen, wird nicht ausgeübt, doch wird ihre Durchführung da, wo die Mafse nicht vorhanden sind, bei etwa vorzunehmenden Umbauten empfohlen. Wo Bauwerksteile in den Raum einragen, der durch die angegebenen Mafse begrenzt wird, soll eine Vergröfserung dieser Einragung vermieden werden.

Ebensowenig wie feste Mafse für den freizuhaltenden Lichtraum über dem Gleis vorgeschrieben sind, gibt es feste Mafse für die gröfsten Abmessungen der Fahrzeuge und ihre Ladung. Man kann deshalb in der englischen Fachpresse öfters Berichte lesen, dafs ein ungewöhnlich grofses Frachtstück, z. B ein Dampfkessel oder dgl. an einem Sonntag befördert worden ist; an einem Sonntag deshalb, weil es bei der in England üblichen Einschränkung des Zugverkehrs am Sonntag möglich ist, das zweite Gleis einer zweigleisigen Strecke freizuhalten, das sonst durch die Breite der Ladung gesperrt werden würde. Dabei wird häufig weiter berichtet, dafs an der Aufsenseite das grofse Güterstück gerade noch an einem Brückenlager oder anderem festen Bauteil vorbeigegangen wäre, so dafs die Fahrt, um ein Anstofsen etwa durch seitliche Schwankungen oder Verschiebungen zu vermeiden, mit äufserster Vorsicht unternommen werden mufste. Bei uns würde die Beförderung derartiger Güter, als mit den Vorschriften im Widerspruch stehend, glatt abgelehnt werden.

Die vorstehenden angedeuteten Richtlinien für die Abmessungen des freizuhaltenden Lichtraums gelten nicht für die Londoner Röhrenbahnen, die „tubes", deren Tunnel neuerdings einen einheitlichen Durchmesser von 3,56 m erhalten; die älteren Strecken, bei denen der Durchmesser bis auf 3,10 m herunterging, sind auf das gröfsere Mafs erweitert worden, so dafs jetzt die neueren Fahrzeuge auch auf die älteren Strecken übergehen können. Wernekke.

Eine neue Schienenform in Nordamerika.

Nach Railway Age (Heft 11 vom September 1925) hat die „schienenkopffreie Stofsverbindung", hergestellt durch die Rail Joint Company (Neuyork) zur Ausbildung eines neuen Schienenquerschnittes geführt, der eine nicht unwesentliche Abweichung von der bisherigen Form bedeutet. Bei der neuen Stofsverbindung liegt die obere Anlagefläche der Lasche nicht wie bei uns an der mit einem Anlauf versehenen unteren Seite des Schienenkopfes, sondern am Übergang vom Schienenkopf zum Steg an. Auf diese Weise ist der Schienenkopf nur zu einem ganz geringen Teil für die Anbringung der Laschen benötigt. Man war daher der Ansicht, dafs die Ecken am unteren Teil des Schienenkopfes überhaupt entfallen können und



das dadurch gewonnene Material zur Verbesserung des Schienenprofils an einer Stelle zu verwenden wäre, wo es vordringlicher ist. Dieser Gedanke führte zur Ausbildung des in der Abbildung dargestellten Schienenquerschnittes, bei dem die Ecken abgenommen sind und dafür der Schienenkopf entsprechend erhöht ist. Bei der dargestellten 59 kg-Schiene bedeutet diese Änderung eine Vergröfserung der Schienenhöhe um etwa 2,4 mm, wobei der Materialverbrauch der gleiche ist wie bei der seitherigen Schiene. Die Reading Company hat erst jüngst 10000 t dieser neuen Schiene für Probestrecken in Walzung gegeben. Die Vorteile, die man sich durch die Schiene erwartet, sind: besseres Gefüge des Materials wegen der einfacheren Walzung, gröfsere Tragkraft, gröfsere zulässige Höhenabnützung und damit erhöhte Lebensdauer. Wa.

Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse bei den schwedischen Staatsbahnen.

Über die Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse bei den schwedischen Staatsbahnen mittels Eisenblecheinlagen wurde im Organ 1924, Heft 12, S. 283 unter Beifügung einer Abbildung berichtet. Die inzwischen weiter verfolgten Versuche haben gezeigt, dafs durch diese Einrichtung die Schläge an den Stöfsen abgemindert werden, wodurch man eine erhöhte Lebensdauer der Schienen, Laschen und Laschenbolzen und verringerte Unterhaltungskosten erzielt. Die Einlegung der Eisenbleche soll in der Regel rechtzeitig erfolgen bevor die Laschen in der Hohlkehle zwischen Schienensteg und Schienenkopf sich zu weit abgenützt haben und unter allen Umständen, bevor ein Spielraum zwischen der Unterseite des Schienenkopfes und der Oberseite der Lasche eingetreten ist. Die Eisenbleche sind für die verschiedenen Schienen in verschiedenen Längen (590 bis 690 mm), Breiten (40 bis 50 mm) und Stärken (2 und 3 mm) vorgeschrieben. Beim Gleislegen mit schon benützten Schienen sollen die Eisenbleche gleich im erforderlichen Umfange angewendet werden. Dr. S.

Digitized by Google

Werkstätten, Stoffwesen.

Zwanzig Jahre Lokomotiv-Prüfstand der Pennsylvania Bahn in Altoona.

(Engineering 1925, Band 119, Nr. 3091.)

Bei der Entwicklung des amerikanischen Lokomotivbaues haben die drei Prüfstände an der Universität Illinois, an der Purdue-Universität und in Altoona eine besondere Rolle gespielt. Von der Tätigkeit der beiden ersteren ist in der letzten Zeit weniger in die Öffentlichkeit gedrungen, dagegen hat der Prüfstand der Pennsylvania Bahn, der 1904 auf der Ausstellung in St. Louis zum erstenmal gezeigt und später in Altoona aufgebaut wurde, viele wertvolle Versuchsvergleiche veröffentlicht.

Auf dem Prüfstand läfst sich eine Lokomotive unter gleichbleibenden Bedingungen und mit einer Mefsgenauigkeit untersuchen, die man bei Versuchsfahrten nicht erreichen kann. Wenn dagegen mitunter behauptet wird, dafs Prüfstandergebnisse eben wegen dieser künstlichen Bedingungen für die Bewertung im Betrieb unbrauchbar seien, so steht die Erfahrung der Pennsylvania Bahn in den vergangenen zwanzig Jahren dieser Ansicht entgegen. Die Bahn hat jede neue Lokomotivbauart auf ihrem Prüfstand genau untersucht und war so in der Lage, die gesammelten Erfahrungen bei späteren Entwürfen zu verwerten. Vielfach wurde auch von einer neuen Bauart zuerst nur eine Lokomotive gebaut und man konnte dann, bevor man zur Herstellung in gröfserer Zahl schritt, noch etwa erforderliche Änderungen vornehmen. So zeigte sich beispielsweise schon bei der ersten geprüften Lokomotive, dafs die Luftquerschnitte im Aschenkasten zu klein waren. Später sah man, wie wertvoll die Verwendung eines Feuerschirms war, und erkannte den Vorteil einer Verbrennungskammer bei den grofsen amerikanischen Lokomotivkesseln. So konnte man in zwanzig Jahren den Kesselwirkungsgrad von 50 % bei der ersten 1 D - n 2 Lokomotive auf 70 % bei der neuesten 1 E - h 2 Lokomotive erhöhen. In derselben Weise wurde der Wirkungsgrad der Lokomotivmaschine verbessert. Gegenüber einem Dampfverbrauch von 9,5 kg bei der ersten Lokomotive soll die neueste Lokomotive nur mehr einen solchen von 7,5 kg für 1 PS_i in der Stunde aufweisen. Nebenher wurden auf dem Prüfstand noch die Belastungstabellen für die einzelnen Lokomotivgattungen festgelegt.

Mangels ähnlicher Einrichtungen in Europa haben die drei Prüfstände und im besonderen derjenige der Pennsylvania Bahn auch über den Rahmen des amerikanischen Lokomotivbaus hinaus Bedeutung gewonnen und wichtige Anregungen gegeben. Beispielsweise baut Brückmann seine umfangreiche Theorie der Heifsdampflokomotive mit einfacher Dampfdehnung in der Hauptsache auf den Untersuchungen der amerikanischen Prüfstände auf*). Auch das Organ hat schon öfters über solche Untersuchungen berichtet. Daher mufs auch der deutsche Lokomotivbau in besonderer Weise dieses Jubiläums gedenken. R. D.

Kritik über Untersuchungskosten für Lokomotiven der Erie-Bahngesellschaft.

(Railway Age, Dezember 1924.)

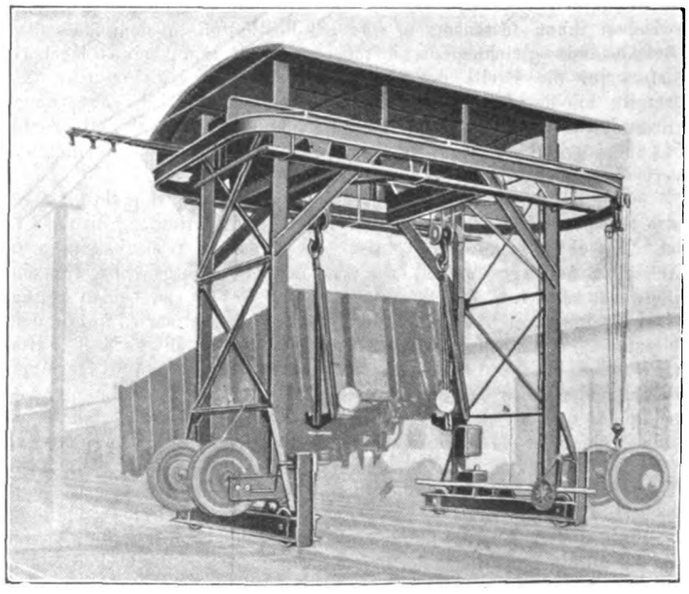
Gelegentlich der Nachprüfung der Ausgaben, die die Erie-Bahngesellschaft für Untersuchung ihrer Lokomotiven während der Jahre 1920 bis 1923 machte, stellte ein Sonderausschufs der Interstate Commerce Commission fest, dafs ein grofser Teil dieser Ausgaben wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen sei. Der Sonderausschufs fafste sein Ergebnis in einer Reihe von Berichten zusammen, dem verschiedene auch für unsere Verhältnisse bemerkenswerte Tatsachen zu entnehmen sind. Die Bahnverwaltung hatte, obwohl die eigenen Werkstätten gegenüber dem früheren Jahresdurchschnitt nur zu 66 % beschäftigt waren, mit verschiedenen Werken, sowohl des Lokomotiv- wie des allgemeinen Maschinen- und des Schiffbaus, Verträge abgeschlossen, nach denen diese eine bestimmte Anzahl von Lokomotiven auszubessern hatten. Die Vertragsgrundlage war: Bezahlung des Materials nach dem wirklichen Verbrauch, der unmittelbaren Arbeitslöhne, eines Zuschlages von 90 bis 275 % auf letztere für unmittelbare Ausgaben, auf diese Summe dann einen Gewinnzuschlag von 10 bis 25 %. Die Ausbesserungskosten je Lokomotive waren bei dieser Abrechnungsart z. T. erheblich höher als bei einer gleichen im eigenen Betrieb, ja sogar als der Neubau einer entsprechenden Lokomotive, aufserdem waren die Lokomotiven, länger dem Dienst entzogen. Je nach Art und Einrichtung des Vertragswerkes stiegen die Lohn- und allgemeinen Unkosten so, dafs die Ausgaben für das Material nur bis zu 6,3 % gegenüber durchschnittlich 36,9 % beim Eigenbetrieb, von der Gesamtsumme ausmachten. Die Gründe der Verwaltung, Lokomotiven von fremden Werken ausbessern zu lassen, waren: Der allgemein herabgewirtschaftete Zustand und der steigende Bedarf an Lokomotiven, dann der allerdings erst im Verlauf der fraglichen Zeit beginnende und auch wieder eher abgeschlossene Streik der Werkstättenarbeiter. Ein Teil der Lokomotiven mufste vergeben werden, weil die Bahn nicht genügend Ausbesserungsstände entsprechender Länge hatte. — Der Untersuchungsausschufs sprach sich nicht dagegen aus, dafs Lokomotiven zur Ausbesserung vergeben wurden, sondern nur dagegen, dafs ohne zwingende Gründe für die Verwaltung so ungünstige Verträge abgeschlossen wurden.

Den Ausführungen ist die interessante Tatsache zu entnehmen, dafs auch nach den amerikanischen Erfahrungen die Ausbesserung von Eisenbahnfahrzeugen in Lokomotivbauanstalten und anderen Werken erheblich teurer kommt als in den bahneigenen Werkstätten und dafs letzteren die Arbeiten billiger und schneller ausführen. St.

*) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Die Lokomotiven, zweite Hälfte, S. 909 ff.

Fahrbarer Bockkran für Bahnbetriebswerke.

In Eisenbahnbetriebswerken ergibt sich oft die Notwendigkeit beladene oder leere Güterwagen zum Zwecke des Achs- oder Tragfederwechsels usw. einseitig zu heben. Das Arbeiten mit Handwinden, Schraubenhebeböcken usw. ist umständlich und zeitraubend. In dieser Hinsicht erscheint die Anwendung eines fahrbaren Bockkrans, der das Ausbesserungsgleis überspannt und auf besonderen Schienen verschiebbar ist, von Vorteil. Im Bahnbetriebswerk Senftenberg der DRG ist ein solcher Kran in der aus der Abbildung ersichtlichen Ausführung in Verwendung. Der Kran hat



eine Tragkraft von 25 t und besitzt besondere Vorrichtungen für das Auswechseln von Tragfedern und Achsen sowie eine Zentriervorrichtung für Achsen. Der Kran kann auch für das Richten verschobener Ladungen, für das Umladen von Gütern usw. verwendet werden. Da der Kran von Hand oder elektrisch verschoben werden kann, so kann eine ganze Reihe von leeren oder beladenen, beliebig durcheinander aufgestellten Fahrzeugen verarbeitet werden, ohne dafs diese umrangiert werden müssen.

In den beiden Kranhaken sind besonders ausgebildete Zughaken eingehängt, mit deren Hilfe der Wagen an beiden Enden einer Kopfschwelle gefafst und gehoben wird. Beim Hochheben stellen Kran und Wagen sich selbst in die richtige Stellung ein, so dafs ein Abrutschen des Wagens von dem Kranzughaken nicht möglich ist.

Digitized by Google

Ein ausgebundener Radsatz kann mit einer weiteren Hebevorrichtung, bestehend aus einem Elektroflaschenzug an einer Hängebahn, erfafst und auf ein Nebengleis abgestellt werden, oder, falls er nur einer Nachprüfung auf Rundlaufen bedarf, einer im Krangestell angebrachten Rundlaufvorrichtung zugeführt, geprüft und gegebenenfalls sofort wieder eingesetzt werden. Auch eine Poliervorrichtung für Achsschenkel kann im Krangestell eingebaut werden. Der Kran kann auch mit Vorteil zum Verladen von schweren Wagenteilen, von Radsätzen, Wagenkästen, beim An- und Abmontieren von Seitenwänden usw. verwendet werden. Pfl.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Versuche und Erfahrungen mit der Gleisbremse System »Thyssenhütte.«

(Verkehrstechn. Woche 1925, Nr. 37.)

Mit der Gleisbremse Thyssenhütte wurden Versuche angestellt, welche ein Bild von der Leistungsfähigkeit der Bremse bei verschieden schweren Wagen und verschiedenen Einstellungsdrücken geben sollten, um darnach die Möglichkeit der „Bremsung auf Laufziel" beurteilen zu können. Zu diesen Versuchen wurde ein Wagenzug von zwölf Wagen mit Wagengewichten zwischen 5 und 30 t bei Einstellungsdrücken von 0 bis 60 at verwendet. Die sich hierbei ergebenden Geschwindigkeiten der Wagen wurden gemessen. Aus den bildlich aufgetragenen Versuchsergebnissen war zu sehen, dafs die Höchstleistung der Bremse bei zunehmenden Wagengewichten nicht in dem Mafse wächst, dafs immer gleiche Verzögerungen der Wagen herbeigeführt werden können. Die gröfste erreichte Bremsleistung betrug 85 tm, d. h. 5 tm auf den Meter Gleisbremse. Bei 30 t-Wagen ergaben sich 4 tm. Die mittlere erreichte Verzögerung betrug 1,3 m/sec². Die Verzögerungen wuchsen bei zunehmenden Einstellungsdrücken in verschiedenem Mafse. Bei 30 t-Wagen wurde ein fast geradliniges Anwachsen festgestellt. Bei gleichbleibendem Einstellungsdruck wuchsen die Verzögerungen bei abnehmendem Wagengewicht. Aus den Versuchen ergab sich weiter, dafs zwischen Einstellungsdruck und Verzögerung, ferner zwischen Wagengewicht und Verzögerung gewisse Gesetzmäfsigkeiten bestehen, wenn auch die einzelnen Messungsergebnisse grofsen Streuungen unterworfen sind. Neben dem Einflufs des Radstandes, der Radkranzstärke, den Reibungswiderständen im Wagen und der Reibungsziffer sind das Wagengewicht und die Einstellungsdrücke von besonderer Einwirkung auf die Verzögerung. Die Auswertung der Versuche beweist, dafs die Gleisbremse die Aufgabe der Laufzielbremsung löst. Die Rohbremsung kann durch Einschätzen der annähernd bekannten Laufweiten durchgeführt werden. Bei der Länge der Bremse wird es aber einem geübten Wärter möglich werden, durch Änderung des Bremsdruckes — während des Laufens des Wagens über die Bremse — auch eine Feinbremsung zu erreichen. Bezüglich Abnützung der Bremsschienen und der Radreifen wurde festgestellt, dafs bei einer bis zu einem gewissen Grad fortschreitenden Abnützung die Bremskräfte immer mehr wachsen, um dann plötzlich auf Null abzufallen.

Im Bahnhof Susteren (Niederlande) wurde am 5. Februar 1925 eine solche Gleisbremse in Betrieb genommen. Vor diesem Zeitpunkt wurden die Wagen nur mit Bremsschuhen zum Stehen gebracht. Da bald die Reibung zwischen Bremsschuh und Schiene zu klein war, bald der Bremsschuh von der Schiene absprang, erfolgten sehr viele Zusammenstöfse, die sehr viele Wagenbeschädigungen und daher hohe Instandsetzungskosten zur Folge hatten. Schon in den ersten Tagen der Inbetriebnahme verringerte sich die Zahl der Unfälle ganz erheblich. Das Rangierpersonal gewöhnte sich sehr rasch an die neue Einrichtung, so dafs tatsächlich der gröfste Teil der Wagen auf Laufziel abgebremst werden konnte. Im Juni 1925 mufsten nur noch 41% der Wagen mit Bremsschuhen aufgefangen werden. Obwohl die Zahl der Richtungsgleise erhöht worden war, war eine Erhöhung der Zahl der Bremsschuhleger nicht nötig; einer der vorhandenen Bediensteten wurde für die Bedienung der Bremse verwendet, so dafs sogar in gewissem Mafse eine Personalverminderung erreicht wurde. Die Erfahrungen haben nach der Quelle gezeigt, dafs der Ablaufbetrieb mit der Bremse sicherer und schneller vor sich geht, als nach dem bisher üblichen Verfahren. Wa.

Zur Frage der Bremsuntersuchungen beim Einlauf der Güterzüge.

M. Wicke, Oberhausen (Rhld.), weist in einem sehr beachtenswerten Artikel über „Betriebswissenschaftliche Untersuchungen über Verschiebebahnhöfe", (Bahnbau 1925, 40, 41), der sein Entstehen mehrjährigen Arbeiten bei betriebswissenschaftlichen Untersuchungen der Reichsbahndirektion Essen verdankt, durch die eine Grundlage für die Überleitung der vielen Güterbahnhöfe zu einem Massengüterbahnhof geschaffen werden sollte, mit besonderem Nachdruck darauf hin, dafs die „Neuen Richtlinien für den Bau und den Betrieb ortsfester Druckluftanlagen zur Untersuchung und Unterhaltung der Kunze-Knorr Bremse" in schroffem Widerspruch stehen zu der Grundforderung der Rangiertechnik, dafs der Ablauf der Wagen längstens 10 bis 15 Min. nach Ankunft des Zuges beginnen mufs, weil bei längerem Stillstand der Wagen (zumal bei tiefer Temperatur) die Wärme der Achszapfen und Lager stark heruntergeht und dadurch der Laufwiderstand der Wagen verdoppelt bis verdreifacht wird, so dafs die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage stark herabgesetzt wird und dadurch die neueren Bestrebungen auf Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Ablaufberge erschwert werden. Es heifst in den genannten Richtlinien unter anderem: „Unter Berücksichtigung aller sonstigen auf den Einfahrgleisen noch auszuführenden Arbeiten wird daher jeder zu untersuchende Zug auf den Zugauflösebahnhöfen 30 bis 40 Minuten von der Ankunft bis zum Zeitpunkt des Beginnes der Auflösung unbewegt stehen bleiben."

Hierin mufs unbedingt eine Änderung eintreten beziehungsweise eine andere Lösung gefunden und die Untersuchung und Prüfung der Wagen in den Ausfahrbahnhof verlegt werden, was möglich erscheint. Wöhrl.

Bücherbesprechungen.

Dr. Ing. Münzinger, „Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika". Beobachtungen und Erfahrungen auf einer Studienreise. 59 Abbildungen, mit 9 Zahlentafeln. 46 Seiten. 1925. VDI-Verlag. Preis 4,50 R.M. VDI-Mitglieder 10% Rabatt.

Gelegentlich einer im Auftrage des VDI und der AEG unternommenen Studienreise hat Dr. Münzinger, der bekannte Wärmetechniker, u. a. fünf Kesselbaufirmen und zwanzig der modernsten Elektrizitätswerke besucht. In seinem Bericht geht er zunächst kurz auf die geschäftlichen Verhältnisse der amerikanischen Kesselfabriken ein, um dann ausführlich über die Kesselherstellung zu sprechen. Es ist sehr bemerkenswert, wie oft die amerikanische Praxis zu der unsrigen im Gegensatz steht, so bei der Zulassung hoher Nietdrücke von 15 bis 23 t/cm² und gestanzter Nietlöcher, dem Verzicht auf das Ausglühen fertig gebogener Kesseltrommeln, der Verwendung von Sektionen aus Stahlgufs und von genieteten Trommeln bis zu 1,2 m Durchmesser und 45 at Dampfdruck, der Güte der Stemmarbeit, dem Ersatz der behördlichen Kesselüberwachung durch Versicherung der Kessel usw. Sollten diese mannigfachen Lizenzen nicht durch die besseren Baustoffe bedingt sein?

Der Verfasser streift sodann die Bevorzugung der Sektionalkessel und die hohen Anforderungen an die Betriebsführung neuzeitlicher Hochleistungskessel. Die Meinung, in Amerika seien bereits zahlreiche Dampfkessel mit mehr als 30 at im Betriebe, trifft nicht zu, selbst nicht in den für Neuerungen sehr zugänglichen, grofsen Elektrizitätswerken. Auch die Amerikaner haben herausgefunden, dafs für Elektrizitätswerke zurzeit 30 bis 40 at am wirtschaftlichsten sind. Die Beurteilung der Kohlenstaubfeuerungen ist trotz ihrer unbestreitbaren grofsen Erfolge noch nicht einheitlich. Die Schwierigkeiten mit dem feuerfesten Mauerwerk scheinen zwar überwunden zu sein. Der Einflufs der strahlenden Wärme des Mauerwerkes auf die Dampferzeugung nach Abstellung der Kohlenzufuhr ist gering. Man verwendet heute drüben fast nur noch schmiedeiserne Vorwärmer. Das Interesse an der Vorwärmung der Verbrennungsluft ist sehr rege, gröfsere Erfahrungen liegen aber nicht vor. Überhitzer, bei denen fast die gesamte Wärme durch Strahlung und nicht

Digitized by Google

durch Berührung übertragen wird, sind schon recht verbreitet. Beachtenswerte Ausführungen sind der selbsttätigen Feuerführung, den Kohlenstaubmühlen, den wissenschaftlichen Untersuchungen an Dampfkesseln und der Ausführung grofser Kesselhäuser gewidmet. Bei der Mitteilung von Betriebserfahrungen ist der kaustischen Sprödigkeit grofser Raum gewidmet. In der veröffentlichten Diskussion nach dem Vortrage Münzingers auf der 64. Hauptversammlung des VDI wird diese zeitgemäfse Frage von verschiedenen Seiten beleuchtet.

Seine Erfahrungen zusammenfassend zieht der Verfasser schliefslich selbst anregende Folgerungen für die deutsche Dampfkesselindustrie aus den Ergebnissen seiner Studienreise.

Kein Kesselkonstrukteur und kein Leiter einer Kesselschmiede oder einer grofsen Kesselanlage kann an dem wertvollen Schriftchen Münzingers achtlos vorübergehen. Dringend zu wünschen wäre, dafs bald einmal auch der amerikanische Lokomotivkessel an Ort und Stelle eingehend studiert wird. Gröfsenverhältnisse, Baustoffe, Verbrennungskammer, Vorwärmer, Überhitzer, Zugerzeugung, selbsttätige Rostbeschickung und Ölfeuerung gäben uns sicher manches zu lernen und zu überlegen, sind wir doch in neuerer Zeit durch die Anwendung des tiefliegenden Blasrohres und weiten Schornsteines, durch den Versuch des Langrohrkessels, des Abdampfinjektors, der Einspritzvorwärmung mit Ölreinigung des Abdampfes, der Enthärtung des Wassers, der Kohlenstaubfeuerung, durch die Anrisse in den Bördeln von Kesselböden u. a. m. plötzlich vor eine Reihe von Aufgaben gestellt. Dr. Ing. Schneider, München.

Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb. 2. Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche. Verlag Guido Hackebeil. Preis 4 RM.

Das Heft schliefst an ein Sonderheft an, das die Verkehrstechnische Woche über den gleichen Gegenstand vor wenig Jahren herausgebracht hat. Dafs schon nach kurzer Zeit ein 2. Sonderheft erwünscht wurde, zeigt, wie schnell die Entwicklung auf diesem Gebiete vorwärts treibt.

In dem vorliegenden Heft finden wir einen Aufsatz über zeichnerische Betriebspläne von Professor Dr. Ing. Müller, ferner einen wirtschaftlich aufschlufsreichen Beitrag über das Mafs der Mehrbelastung, das die Kunze-Knorr-Bremse den Verschiebebahnhöfen gebracht hat (Dr. Ing. Pirath). Neue Vorschläge für die dynamische Untersuchung von Ablaufanlagen macht Dr. Ing. Frölich. Zwei weitere Aufsätze von Vizepräsident Niemann und Reichsbahnrat Sauermilch behandeln Windschirme an Ablaufbergen. Solche Windschirme stellen bereits heute praktisch erprobte Mittel dar, die Zufälligkeiten und Widrigkeiten des Windes zu mildern und dadurch den Ablauf gleichmäfsiger zu gestalten. Die Vorerörterungen dazu zeugen nicht nur von geschickter Naturbeobachtung, sondern auch von wissenschaftlicher Gründlichkeit. Mit Untersuchungen über die Gestaltung der Auffahrrampen zu den Ablaufbergen nimmt sich Dr. Ing. Derikartz eines bisher wenig behandelten Gebietes an. Endlich bietet das Heft über mechanische Hilfsmittel des Ablaufbetriebes eine Reihe von Abhandlungen von Dr. Ing. Bäseler, Feuerlein, Grüner, Kalthoff und Jordan. Neben der Frage, ob Beschleunigungsantrieb oder Bremsverzögerung für den Ziellauf zu wählen sei, werden auch Mittel für Nachhilfen in den Richtungsgleisen behandelt. Alles Dinge, die die volle Aufmerksamkeit aller Fachleute beanspruchen dürfen, da sich die endgültige Entwicklung noch nicht voll übersehen läfst, um so mehr, als die Kugel- und Rollenlager künftig die Spannung zwischen Gut- und Schlechtläufern noch bedeutend erhöhen werden. Dr. Bl.

Brücken in Eisenbeton. Ein Leitfaden für Schule und Praxis von C. Kersten, Studienrat vorm. Oberingenieur. Teil III: Rechnungsbeispiele für Balkenbrücken. Berlin 1925. Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn. Geheftet 4,80 RM. Gebunden 6,00 RM.

Bekanntlich liegt die gröfste Schwierigkeit des technischen Studiums in der Übertragung der erworbenen Kenntnisse auf die Lösung bestimmter Aufgaben. Diese Schwierigkeit dem Studierenden und dem in die Berufsarbeit tretenden jungen Ingenieur überwinden zu helfen, soll der Zweck des vorliegenden Buches sein. In zehn Berechnungsbeispielen bringt der Verfasser die in seinem bekannten Werke „Platten- und Balkenbrücken in Eisenbeton" dargelegten theoretischen Grundlagen der Verbundbauweise dem Verständnis des Lesers näher. Nebenhergehende kritische Beurteilungen von Näherungsverfahren, lehrreiche Vergleiche einzelner Trägersysteme, eingehende Literaturangaben und zahlreiche deutliche Abbildungen erhöhen den Wert des vom Verlag gut ausgestatteten Buches. Seine Anschaffung kann Studierenden und jüngeren Ingenieuren empfohlen werden. Schönberg.

Kretzschmann, Dr. Wilh., Archivrat und Mitglied des Reichsarchivs. „Die Wiederherstellung der Eisenbahnen auf dem östlichen Kriegsschauplatz." E. S. Mittler u. Sohn, Verlagsbuchhandlung, Berlin SW 68. Preis geheftet ℳ 14.—, gebunden ℳ 16.—.

Das Buch ist eine Fortsetzung eines vor drei Jahren erschienenen, das die Wiederherstellung der Eisenbahnen auf dem westlichen Kriegsschauplatz behandelt. Der Kriegsteilnehmer wird darin eine Fülle wertvoller Erinnerungen finden. Aber auch für jeden Eisenbahn-Ingenieur ist es anregend, insbesondere durch die vielen Angaben über den Zeit- und Arbeitsbedarf, der bei der Wiederherstellung zerstörter Bauwerke auftritt. Es wäre zu wünschen, dafs auch noch eine dritte Lieferung, für die sonstigen Kriegsschauplätze nachfolgt, so dafs neben den Kriegsschauplätzen der Massen auch die der Entfernungen berücksichtigt sind. Dr. Bl.

Taschenbuch für alle Werkstättenangehörigen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf das Jahr 1926. Herausgegeben von Dr. Hans A. Martens. Verlag von H. Apitz, Berlin. Preis 1,50 ℳ.

Das Taschenbuch, das alljährlich mit neuen Beiträgen erscheint und sich beim Werkstättepersonal gut eingeführt hat, enthält dieses Jahr u. a. einen Auszug aus der amtlichen Anweisung für die Aufstellung der Eröffnungsbilanz von EAW., Ausführungen über Lichtbogen- und Gasschmelzschweifsungen, Merkpunkte und Hinweise für Unfallverhütung, für die Beurteilung des Zustandes einer Lokomotive im Betrieb, für Sparsamkeit im Kohlen- und Ölverbrauch usw. Dr. Ue.

Schubert-Roudolf. Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Zweiter Band. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Eisenbahnbetriebsbeamte und Studierende des Eisenbahnbaufaches. Preis geb. 27.— ℳ. C. W. Kreidel's Verlag.

Der bereits 1921 in fünfter Auflage herausgegebene erste Band des bekannten Buches behandelte die elektrischen Einrichtungen der Sicherungswerke. Der soeben erschienene, das Werk abschliefsende zweite Band bringt in zeitgemäfser Neubearbeitung einen vollständigen Überblick und viele Einzelheiten über die heute in Deutschland angewendeten Stellwerke. Was vom Lernenden in Fachschriften, Firmenlisten oder vielleicht in ausgeführten Stellwerkbauten gesucht werden müfste, ist hier übersichtlich zusammengestellt und nach Zweck und Wirkungsweise eingehend erläutert. Auch die (vielfach zu Vorschriften erhärteten) Bedingungen, denen die Bauformen und Teile der Sicherungswerke genügen müssen, sind an passender Stelle gebracht. Über die zeitliche Entwicklung der Bauformen ist Wissenswertes kurz gesagt. Dafs die leitenden Gesichtspunkte für das Entwerfen ganzer Anlagen nicht besonders zusammengefafst sind, wird man in diesem Buche nicht vermissen; es ist das Buch des Praktikers. Die Bücher ähnlichen Inhalts übertrifft es aufser im Eingehen auf Einzelheiten durch Vorführen der meisten Erscheinungen des stetig fortschreitenden Fachgebietes. Als Zugabe zum reichen Inhalt willkommen sind die im Anfang gebotenen statischen Berechnungen der Tragwerke, die ja für die Stellwerke zweckentsprechende Sonderbedingungen erfüllen müssen. Die äufsere Ausstattung ist des Verlegers würdig; die Zeichnungen sind bis auf übersehbare Schönheitsfehler gut. Dr. Ing. Pfaff.

Franz Pahl. Die Eisenbahntelephonie, 81 Seiten 8⁰ mit 27 Abb. (Radio-Reihe Bd. 5.) 2.— ℳ.

Das mit Begeisterung für die Sache geschriebene, mit theoretischen Ausführungen fast gar nicht beschwerte Büchlein gibt im wesentlichen eine Darstellung der von der Firma Dr. Erich F. Huth G. m. b. H. gebauten Einrichtungen für das Fernsprechen von und nach fahrenden Eisenbahnzügen. Der Leser erhält einen Begriff von den grofsen technischen Schwierigkeiten dieser Aufgabe, die wohl manchem Rundfunkteilnehmer zunächst ganz einfach dünkt. Auch die wirtschaftliche Seite dieser neuen Errungenschaft der Radiotechnik wird gestreift, soweit es in einem so knappen Rahmen überhaupt möglich ist. Dr. Ing. Pfaff.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Abb. 2. Brennstoffverbrauch für den tkm in Abhängigkeit von der Zuglast.

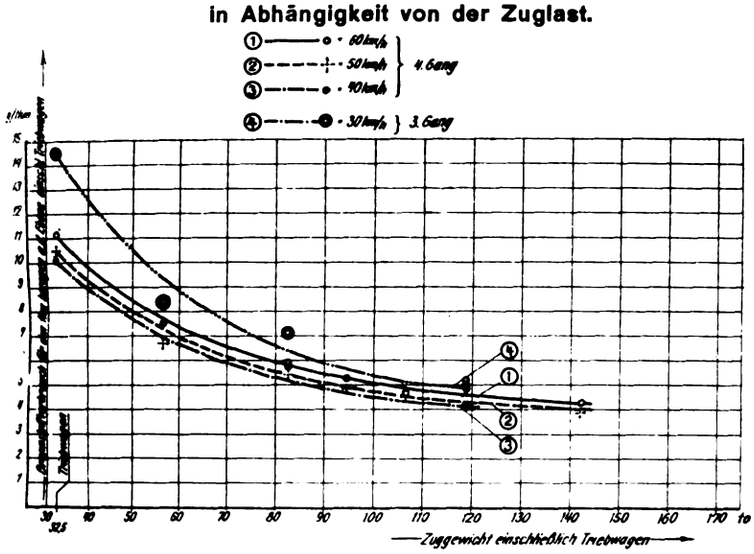


Abb. 4. Brennstoffverbrauch f. d. Nutzflächen-km.

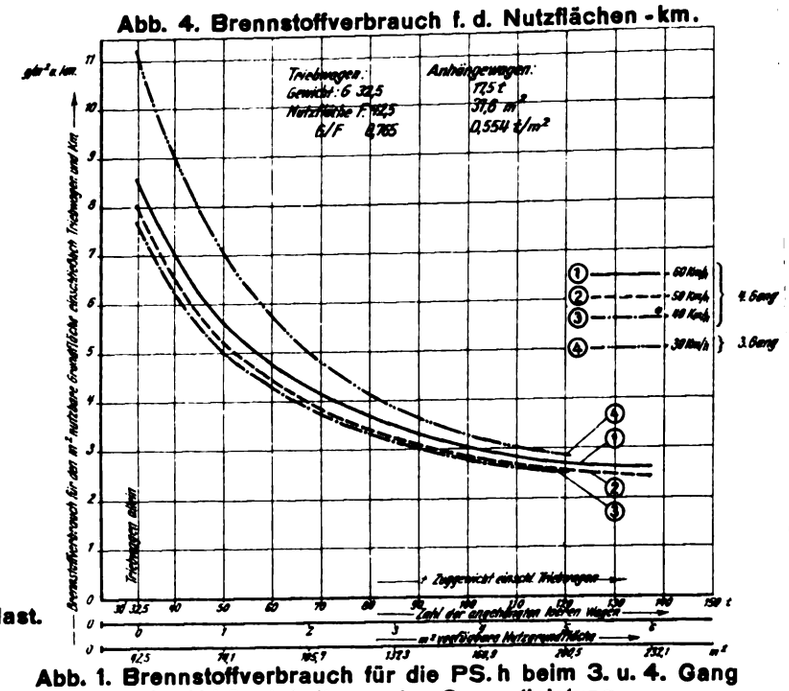


Abb. 3. Brennstoffverbrauch für den km in Abhängigkeit von der Zuglast.

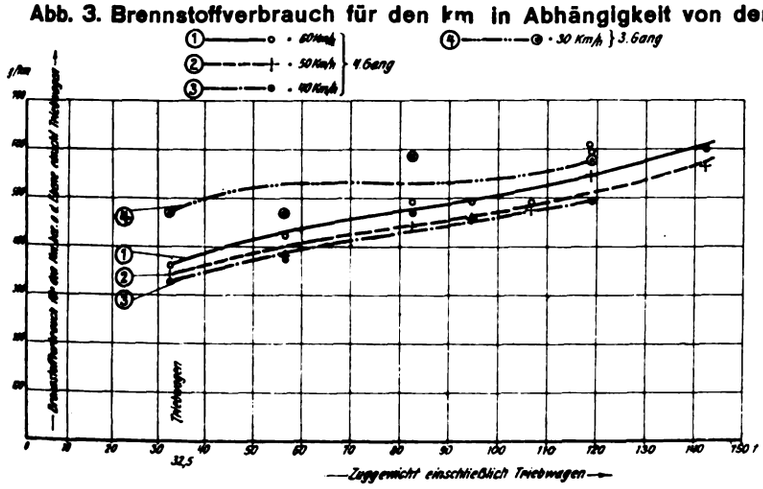


Abb. 1. Brennstoffverbrauch für die PS. h beim 3. u. 4. Gang in Abhängigkeit von der Gesamtleistung.

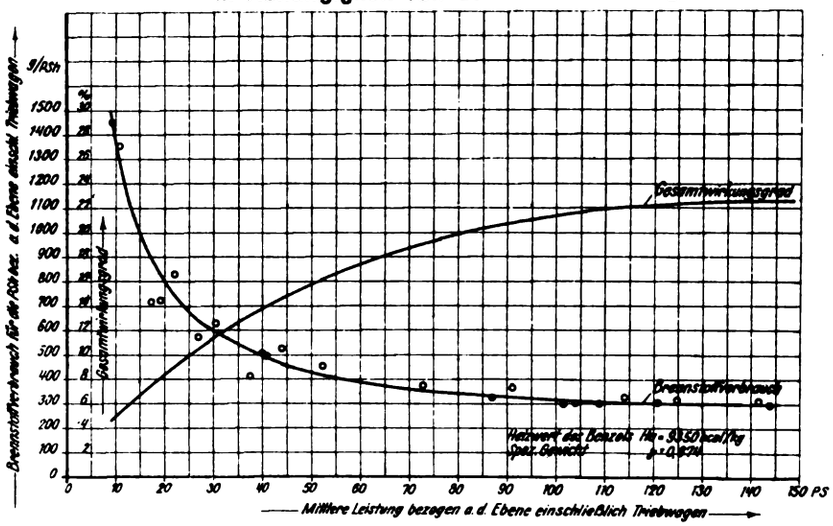


Abb. 6. Anfahrschaubilder.

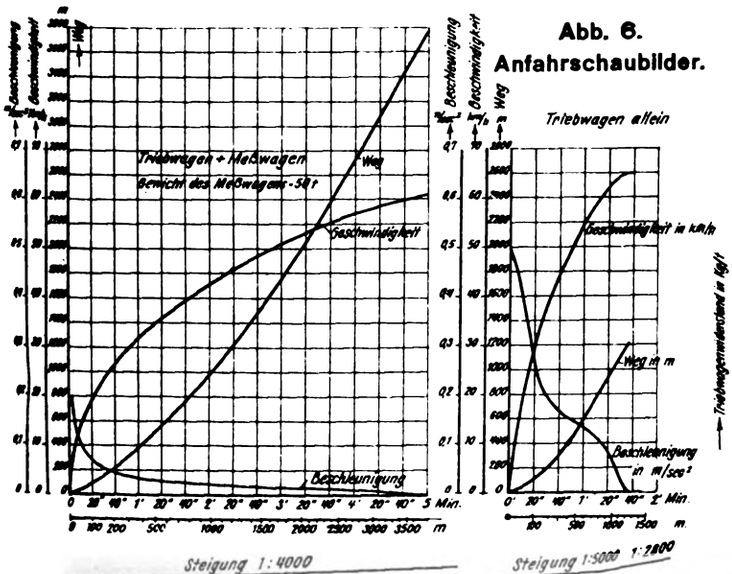
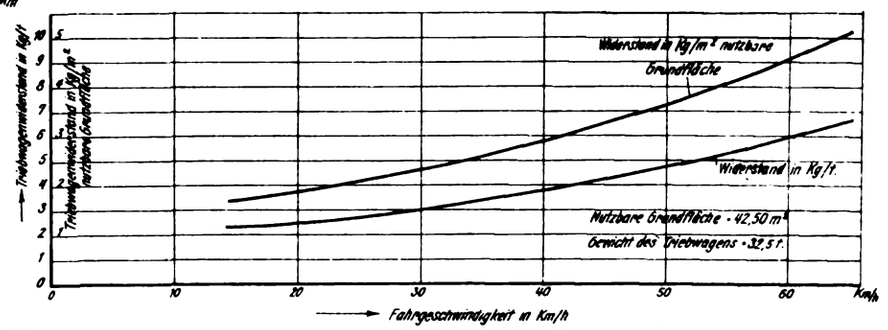
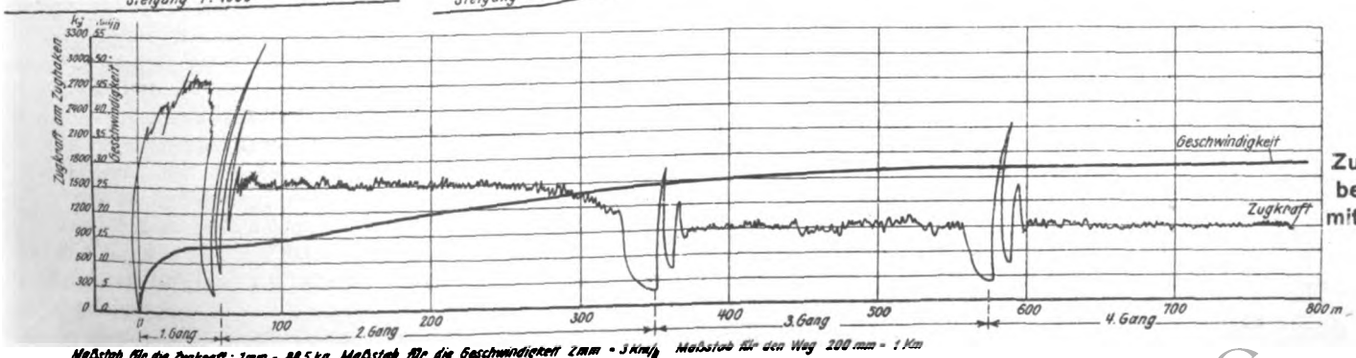


Abb. 5. Widerstand des Triebwagens.





Meßstab für die Zugkraft 1 mm = 88,5 kg. Meßstab für die Geschwindigkeit 2 mm = 3 km/h Meßstab für den Weg 200 mm = 1 Km

Abb. 7. Zugkraftverlauf beim Anfahren mit großer Last.

Zum Aufsatz Ebel. Schaubilder für den Benzoltriebwagen der Deutschen Werke in Kiel.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | 15. März 1926 | Heft 5

Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925

(ausnahmlich der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge).

Von Min.-Rat a. D. Wetzler.

Hierzu Tafeln 7—11.

Einleitung.

Die Ausstellung von Eisenbahnfahrzeugen bildete in der Verkehrsausstellung München 1925 nur einen Teil der Gesamtausstellung und konnte schon wegen des verfügbaren Raumes keinen derartigen Rahmen erhalten, wie ihre Vorgängerin, die Spezialausstellung Seddin 1924. Auch konnte wegen des kurzen zeitlichen Abstandes der beiden Ausstellungen und wegen der durch die Wirtschaftslage veranlafsten geringen Bautätigkeit nicht ausschliefslich Neues geboten werden.

Immerhin wurde bei den rund 200 zur Ausstellung gekommenen Eisenbahn-Fahrzeugen eine Menge von Neuerungen zur Schau gestellt, die über weitere, wichtige Fortschritte im Fahrzeugbau Kenntnis geben. Leider war ein Teil der zur Ausstellung angemeldeten, besonders interessanten Neubauten bis zum Schlufs der Ausstellung nicht eingetroffen, wie die Turbinenlokomotive von Maffei, die 1 D Güterzuglokomotive mit Kohlenstaubfeuerung der A. E. G., Berlin und die Diesel-Druckluftlokomotive der Maschinenfabrik Efslingen. Trotzdem können aber über einzelne dieser Fahrzeuge schon vorläufig Angaben und Zeichnungen geliefert werden. Eine eingehende Beschreibung mufs einer späteren Berichterstattung vorbehalten bleiben.

Im folgenden sollen beschrieben werden die mit Dampf oder Öl betriebenen Lokomotiven und Triebwagen, die Personen-, Post- und Gepäckwagen, die Güterwagen und die Wagen für besondere Zwecke, sowie die Bestandteile solcher Fahrzeuge. Ferner wird geschieden zwischen Fahrzeugen der Regelspur und solchen der Schmalspur.

A. Regelspurige Fahrzeuge.

I. Lokomotiven.

1. Dampflokomotiven.

Um ein anschauliches Bild über die Gröfsenverhältnisse der ausgestellten Lokomotiven zu geben, sind diese skizzenhaft auf Tafel 7 zusammengestellt. Die hauptsächlichsten Bauartverhältnisse sind aus den Zusammenstellungen I und II zu ersehen.

a) Lokomotiven mit Schlepptender.

Die Entwicklung der Verkehrsmittel zu Beginn dieses Jahrhunderts zielte wesentlich auf Steigerung der Streckengeschwindigkeiten ab. Besonders als der elektrische Betrieb in dieser Hinsicht einen Vorsprung vor dem Dampfbetrieb der Eisenbahnen für sich in Anspruch nahm, mufste die Dampflokomotive den Nachweis erbringen, dafs auch ihre Geschwindigkeit noch erheblich gesteigert werden kann. Mit der im Jahre 1906 von der Firma J. A. Maffei, München erbauten 2 B 2-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive S 2/6 der vormals Kgl. Bayerischen Staatsbahnen (Nr. 1 der Zusammenstellung I und Abb. 1) wurde dieser Nachweis erbracht. Die Lokomotive sollte Geschwindigkeiten bis zu 150 km erreichen. Infolge der vorzüglichen Zusammenstimmung der Rost- und Kesselabmessungen und der Zylindergröfsen, der guten Dampfverteilung und Dampfführung, des ausgeglichenen Triebwerks und des elastischen Barrenrahmens wurde diese Geschwindigkeit noch übertroffen, ohne dafs die Betriebssicherheit gelitten hätte. Bei Probefahrten wurden mit einem Wagenzug von 150 t 155 km/h gefahren.

Die Lokomotive hat an beiden Enden ein zweiachsiges Drehgestell und einen festen Radstand von nur 2,32 m. Trotzdem ist ihr Lauf bei allen Geschwindigkeiten ruhig und sicher. Eingehend ist die Maschine schon des öfteren beschrieben worden, so in der Zeitschrift »Die Lokomotive«, Jahrgang 1906, S. 135 und in der Z. d. V. D. I., Jahrgang 1907, S 1162.

Wenn auch diese Lokomotive für die heutigen Verkehrsverhältnisse, die auch bei Schnellzügen erheblich gröfsere Zuglasten als früher bedingen, nicht mehr geeignet ist, so darf sie wegen der damals erreichten Leistung ein historisches Interesse beanspruchen, zumal auch bei ihrem Entwurf eine Anzahl Neuerungen entwickelt worden sind, die für spätere Bauarten befruchtend gewirkt haben.

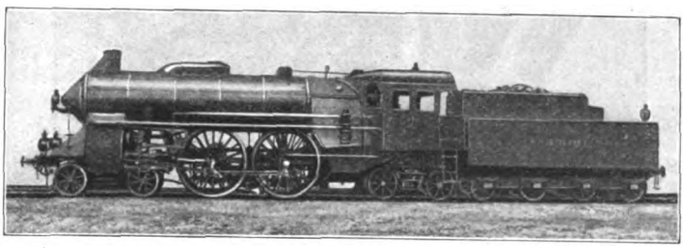


Abb. 1. Sz.-Lok. Gattung S 2/6. (Bayern.)

Dies zeigt sich auch bei der ebenfalls von der Firma J. A. Maffei ausgestellten 2 C 1 - h 4 v - Schnellzuglokomotive, Gattung IV h, die im Jahre 1918 erstmals für das badische Netz der Deutschen Reichsbahn unter Anlehnung an die im Jahre 1907 in Dienst gestellte Gattung IV f gebaut wurde. (Nr. 2 der Zusammenstellung I und Abb. 2 und 3).

Die innen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die erste gekuppelte Achse, die aufsen liegenden Niederdruckzylinder auf die zweite Kuppelachse. Die erste Kuppelachse hat Kurbelblätter mit Fremontschen Ausschnitten. Jeder Zylinder besitzt einen eigenen Kolbenschieber. Je ein Hoch- und ein Niederdruckschieber sind hintereinander auf einer gemeinsamen Schieberstange angebracht, so dafs auf jeder Maschinenseite nur eine einzige äufsere Steuerung notwendig ist. Die Lokomotive ist mit einem Dampfüberhitzer Bauart Schmidt, einem Speisewasservorwärmer, einer Kolbenspeisepumpe, einer selbsttätigen Vorrichtung zur Verhütung des Kaltspeisens bei geschlossenem Regler und Anfahrventilen Bauart Maffei versehen. Die beiden Wangen des geschmiedeten Barrenrahmens bestehen nur aus je einem Stück (Abb. 2). In Abb. 3 ist der Steuerungs- und Gleitbahntragbock dargestellt, der in dieser von Maffei eingeführten Ausgestaltung eine vorzügliche Verbindung zwischen Zylinder und Steuerung sichert.

Der Tender hat vier Achsen, wovon die beiden vorderen in einem Drehgestell vereinigt sind, während die zwei hinteren Achsen fest im Tenderhauptrahmen gelagert sind. Die Lokomotive ist imstande, schwere Schnellzüge in vorwiegend ebenem Gelände mit Geschwindigkeiten von 90 bis 100 km/h zu befördern. Eingehend ist die Lokomotive Gattung IV f beschrieben in der Z. d. V. D. I. 1908, S. 567, sowie im Organ für die Fort-

Digitized by Google

schritte des Eisenbahnwesens 1908, S. 141 und in der Zeitschrift »Die Lokomotive« 1908, S. 21.

Als dritte grofse Schnellzuglokomotive hat die Firma J. A. Maffei, München eine 2 C 1-Vierling-Schnellzuglokomotive für 126 km/h Geschwindigkeit ausgestellt, die erstmals im Jahre 1913 für die Generaldirektion der Rumänischen Staatsbahnen gebaut und jetzt mit einigen Neuerungen wieder nachgebaut wurde (Nr. 3 der Zusammenstellung I und Abb. 4).

Die in einer Reihe liegenden vier Zylinder werden paarweise von einem einzigen Kolbenschieber Maffeischer Bauart gesteuert. Die Steuerspindel ist an das vordere Ende der Steuerzugstange verlegt, um Raum für die Feuerbüchse zu schaffen. Angetrieben wird die erste gekuppelte Achse, um die hinteren Achsen soweit als möglich zu entlasten. Der Rahmen ist als elastischer Barrenrahmen ohne Längsversteifungen ausgebildet. Zum Verfeuern von Rohöl über einer dünnen Kohlenschicht ist die Lokomotive mit einem Flachbrenner, Bauart »Cosmovici«, ausgerüstet. Das Rohpetroleum wird zunächst in einem Vorwärmer dünnflüssig gemacht und sodann mittels eines Dampfstrahles dem Brennstoffzerstäuber zugeführt. Ein Ölbehälter für 6 t Vorrat befindet sich aufser dem 6 t fassenden Kohlenbehälter auf dem vierachsigen Tender. Das Speisewasser (21 cbm im Tender) wird in einem auf den Langkessel gesetzten Reiniger, Bauart »Pecz Rejtö« enthärtet (beschrieben im Organ 1923, S. 190), bevor es in den Verdampfungsraum gelangt. Ausführlich ist die Lokomotive beschrieben in Dingl. Polyt. Journal 1913, S. 696.

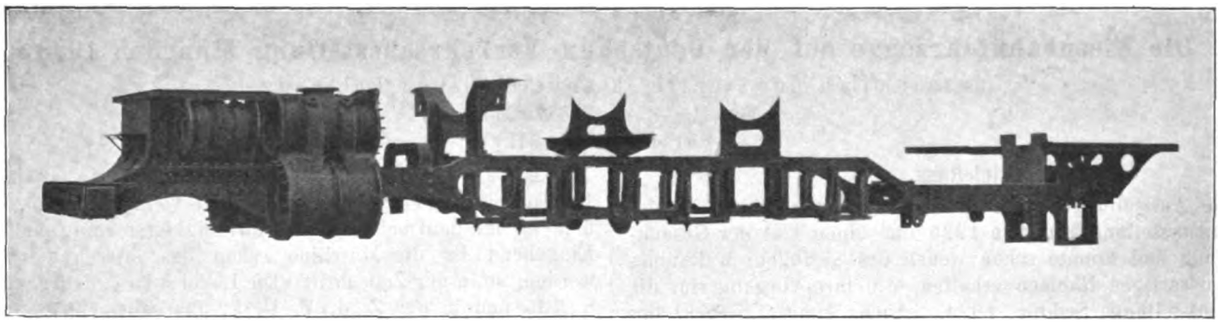


Abb. 2. Barrenrahmen der badischen IV.h-Lok.

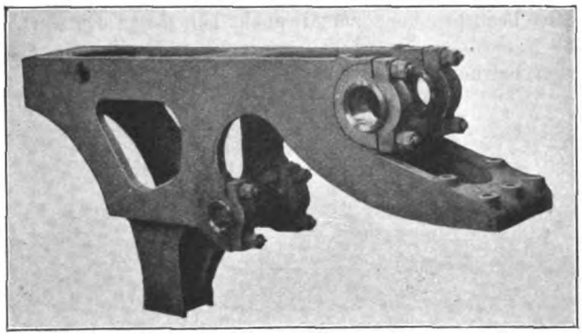


Abb. 3. Steuerungsträger der badischen IV.h-Lok.

Leider war es der Firma J. A. Maffei, München nicht mehr möglich ihre zur Ausstellung angemeldete neueste Bauart, die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft bestellte 2 C 1-Turbinenlokomotive noch rechtzeitig fertigzustellen (Nr. 4 der Zusammenstellung I und Abb. 5, sowie Taf. 8, Abb. 1 bis 4 und Taf. 9, Abb. 1). Der Bau der Lokomotive ist jedoch schon so weit fortgeschritten, dafs damit gerechnet werden kann, zu Anfang des Jahres 1926 die ersten Probefahrten vornehmen zu können. In dankenswerter Weise hat es die Firma J. A. Maffei, München durch Überlassung geeigneter Unterlagen ermöglicht, jetzt schon eine allgemeine Beschreibung dieser Lokomotive zu bringen. Eine ins einzelne gehende Erläuterung mufs einem besonderen Aufsatz vorbehalten bleiben.

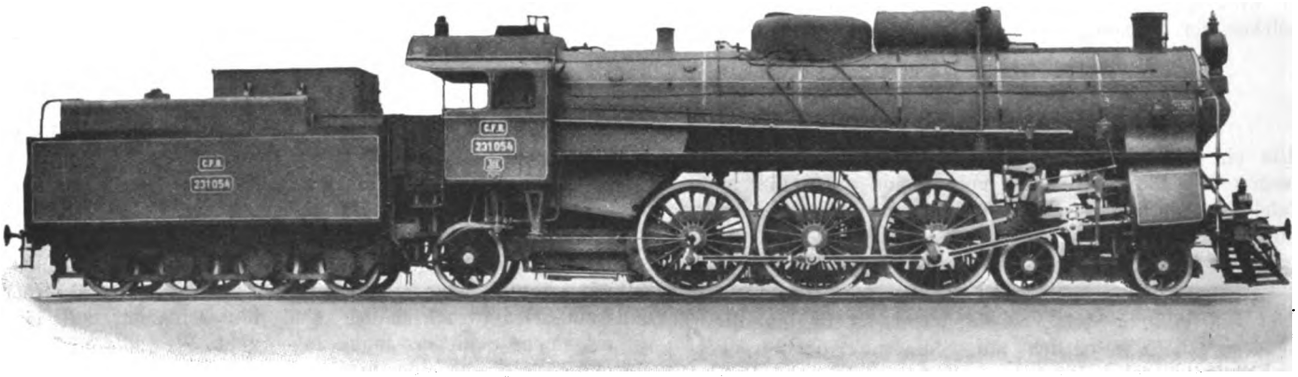


Abb. 4. 2C1-Vierlings-Schnellzuglok. der Rumänischen Staatsbahnen.

Zur Ergänzung der allgemeinen Angaben in Zusammenstellung I, Nr. 4 dienen die folgenden Angaben:

Tender:	Kühlwasservorrat	20,0	m^3
	Speisewasservorrat	4,3	«
	Kohlenvorrat	6,0	t
	Leergewicht	etwa 36,5	«
	Dienstgewicht	etwa 68,0	«
Oberflächenkondensator:	Gesamtoberfläche	220,0	m^2
Rückkühler:	Kühleroberfläche	1500,0	«
	Grundfläche des Kühlers	11,4	«

Digitized by Google

Zusammenstellung I.

Erbauer bzw. Bahnverwaltung	Vollspurdampflokomotiven mit Schlepptender									
	Maffei				Henschel		Österr. B. B.			Masch.-Bau-Ges. Karlsruhe u. Krupp
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lokomotivbezeichnung	2 B 2 bayr.	2 C 1 bad.	2 C 1 rum.	2 C 1 Turbol.	2 C 1 Einheitsl.	2 C Hochdruckl.	2 C	2 D	1 F	1 D 1 (P 10)
Kesseldurchm. aufsen, gröfster mm	1740	1738	1896	1650/1745	1940	1580	1600	1800	1880	1880
Kesselmitte über S. O. „	2950	2900	2980	3250	3100	2800	2600	3250	2980	3000
Rohrlänge „	4900	5200	5370	5200	5800	4200	4400	5200	5000	5800
Fester Achsstand „	2320	4360	3900	4000	4600	4700	3900	3700	4590	4000
Ganzer Achsstand d. Lok. „	11700	12310	11170	11150	12400	9150	8460	9540	10100	11600
Ganzer Achsstand d. Lok. einschliefslich Tender „	18490	19445	17250	20890	19250	17470	14404	17174	15846	19300
Achsdruck der 1. Achse t	13,5	12,5	13,8	15,0	16,5	15,5	12,5	12,76	13,6	16,86
„ „ 2. „ „	13,5	14,3	13,8	15,0	16,5	15,5	13,7	12,96	13,75	19,82
„ „ 3. „ „	16,0	18,0	17,0	20,0	20,0	20,0	14,4	14,86	13,85	19,76
„ „ 4. „ „	16,0	18,0	17,0	20,0	20,0	20,0	14,4	14,86	13,86	18,83
„ „ 5. „ „	12,5	18,0	17,0	20,0	20,0	20,0	14,4	14,86	13,85	18,48
„ „ 6. „ „	12,5	15,5	14,5	14,0	20,0	—	—	14,86	13,51	16,78
„ „ 7. „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	13,35	—
Vorrat an Wasser cbm	26,0	29,6	21,0	20 Kühlwasser 4,3 Speisewasser	30	31,5	16,75	27,0	16,75	31,5
„ „ Brennstoff t	7,0	9,0	4,0 Kohle 6,2 Petrol.	6,0	7	7	7,2	9,3	7,2	7,0
Zylinderdurchmesser d. H. mm	2 × 410	2 × 440	4 × 420	—	2 × 460	1 × 290	2 × 530	2 × 560	2 × 450	3 × 520
„ „ d. N. „	2 × 610	2 × 680	—	—	2 × 720	2 × 500	—	—	2 × 760	—
Verbundverhältnis	2,22	2,4	—	—	2,45	5,94	—	—	2,85	—
Kolbenhub s mm	640	680	650	—	660	630	720	720	680	660
Triebraddurchmesser D „	2200	2100	1855	1750	2000	1980	1820	1740	1410	1750
Kesselüberdruck p at	14	15	13	21	15	60 u. 14	14	15	16	14
Rostfläche R m²	4,7	5,0	4,0	3,5	4,5	2,6	3,1	4,47	5,0	4,0
Heizfläche der Feuerbüchse Hb „	16,5	15,6	18,0	13,0	17	19,7	15,5	16,1	17,4	17,51
„ „ Rohre Hr „	198	209,2	215,7	146,7	221	122,0	148,8	201,8	231,6	203,17
Gesamte Heizfläche fH „	214,5	224,8	233,7	159,7	238	141,7	164,3	217,9	249,0	220,68
Überhitzerheizfläche Hü „	38,0	77,6	73,5	51,0	100	90,5	42,2	59,6	47,0	83,25
Leergewicht Gl t	75,9	87,5	83,3	ca. 95	ca. 103	84	62,8	78,5	88,26	100,5
Dienstgewicht Gd „	84,0	96,0	93,1	ca. 104	ca. 113	91	69,4	85,16	95,77	110,4
Reibungsgewicht Gr „	32,0	54	51	ca. 60	ca. 60	60	43,2	59,44	82,17	76,8
Gröfste Geschwindigkeit Vgr	150	120	126	120	120	110	90	90	60	100
fH/R	45,7	45	58,4	45,6	529	54,4	53	48,8	49,8	55
Hü/fH	1/5,65	1/2,9	1/3,18	1/3,12	1/2,38	1/1,56	1/3,9	1/3,65	1/5,3	1/2,65
Zugkraftkonstante C_1	1080	1500	1240	—	1710	—	1110	1290	2780	1530
Zugkraft Zi*) kg	6050	9000	8080	10000 für Zi/Gr = 1/6	10300	10000 für Zi/Gr = 1/6	7770	9700	17800	10700
Zi/Gr kg/kg	1/5,3	1/6	1/6,3	1/6	1/5,8	1/6	1/5,6	1/6,1	1/4,6	1/7,1
J**) l	374	494	360	—	538	243	317	354	618	420
J/fH	1,74	2,19	1,54	—	2,26	1,75	1,925	1,625	2,48	1,905
J/R	79,5	99	90	—	120	95,3	102	79,2	123,6	105,0

*) $Zi = p_m . C 1$, worin $p_m = 0{,}4\,p$ bei Verbundlokomotiven.
$= 0{,}5\,p$ bei Lokomotiven mit einfacher Dehnung.
(Zu Spalte 4 und 6: Hier ist die Berechnung der Zugkraft Zi nach der angegebenen Formel nicht angängig.)
**) J = Gesamtinhalt aller Auspuffzylinder.

Die Turbinenlokomotive entspricht in ihrem allgemeinen, äufseren Aufbau der bisherigen, bayerischen S 3/6 Lokomotive. Ihr Reibungsgewicht ist gegenüber dieser um etwa 2 t für jede Treibradachse erhöht. Sie weist drei gekuppelte Treibräder, ein vorderes zweiachsiges Drehgestell und eine hintere Laufachse (Adamsachse) auf. Die Treibräder sind durch ein Parallelkurbelgetriebe mit einer über dem vorderen Drehgestell angeordneten Blindwelle verbunden, deren Antrieb über ein

Digitized by Google

beiderseitiges Doppelübersetzungsgetriebe von einer darüber liegenden raschlaufenden Dampfturbine erfolgt. Vorwärts- und Rückwärtsturbine sind im gleichen Gehäuse untergebracht. Die Drehzahl der Turbinenwelle beträgt bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h 8800 Umdrehungen/m; durch die erste Übersetzung wird die Drehzahl der Vorgelegewelle auf 1700 Umdrehungen herabgemindert. Vier gefederte Ritzel der Zwischengetriebe arbeiten auf die aufsen laufenden Zahnräder der Blindwelle. Durch den beiderseitigen, doppelten Zahneingriff ist es möglich geworden, die Zahnbreite auf ein erträgliches Mafs herabzumindern, ohne mit den Zahndrücken und Beanspruchungen sehr hoch gehen zu müssen.

Die Steuerung der Turbine sowohl für Vorwärtsfahrt als auch für Rückwärtsfahrt wird vom Führerstand aus mechanisch betätigt, wobei die Bewegung des Steuerrades durch Kegelräder und Gewindespindeln auf je eine Nockenstange übertragen wird, durch welche die einzelnen Düsenventile nacheinander zwangläufig geöffnet oder geschlossen werden.

Der Abdampf strömt aus der Turbine durch den hierfür besonders ausgebildeten Kesselträger hindurch nach den zu beiden Seiten des Kessels liegenden Oberflächenkondensatoren. In den beiden Kondensatoren wird der Abdampf aus der Turbine niedergeschlagen, das Kondensat wird durch die Kondensatpumpe dem Speisewasserbehälter oder der Speisepumpe zugeführt. Beide Kondensatoren sind sowohl in bezug auf Wasser- als in bezug auf Dampffluſs parallel geschaltet. Die Reinigung sowohl, wie das Auswechseln der Rohre ist ohne Abnehmen der Kondensatoren möglich; es genügt, hierzu die beiden vorderen Wasserkammern wegzunehmen.

Für jeden der beiden Kondensatoren ist ein einstufiger Dampfstrahlluftsauger vorgesehen; die Luftleitungen sind jedoch miteinander verbunden, so daſs im Bedarfsfalle auch einer von den beiden Apparaten allein aus beiden Kondensatoren Luft saugen kann. Kondensat- und Kesselspeisepumpe sind nach Art der üblichen, schwungradlosen Speisepumpen von einem Dampfkolben angetrieben, wobei die Kondensatpumpe unmittelbar an die Speisepumpe angehängt ist. Da die Pumpe nunmehr dauernd im Betrieb sein muſs, arbeitet sie zeitweise nur als Kondensatpumpe und fördert aus dem Kondensator nach dem Speisewasserbehälter. Sie kann aber durch Umstellung auf eine Umgehungsleitung auch als Speisepumpe arbeiten, in letzterem Falle aber stets als zweistufige Pumpe. Der Führer hat es daher, wie bei der Kolbenmaschine, in der Hand, die Auffüllung des Kessels zu regeln.

Für die Erzeugung des Unterdruckes in der Rauchkammer ist in die drehbar gelagerte Rauchkammertür eine kleine, raschlaufende Dampfturbine eingebaut, die mit 6000 bis 7000 Umdrehungen in der Minute das die Abgase fördernde Schraubengebläse antreibt. An dieser Tür sitzt auch ein Funkenfänger, sowie ein Krümmer, der die Abgase nach dem Kamin führt. Bei geöffneter Tür ist das Innere der Rauchkammer frei zugängig. Die Turbine selbst bildet die Spitze der Rauchkammertür und ist derart eingesetzt, daſs ihre Lager von einem kräftigen Kühlluftstrom umspült werden. Bei Stillstand der Lokomotive sorgt ein besonderer Hilfslüfter für die Kühlung. Die Umlaufzahl der Turbine wird von Hand durch ein Drosselventil im Führerstand geregelt.

Der mit der Lokomotive durch Kupplung verbundene Tenderwagen führt in seinem vorderen Teil den Kohlen- und Speisewasservorrat mit, während der rückwärtige Teil den Kühler enthält. Dazwischen befindet sich ein von oben zugänglicher Schacht, durch welchen die Kühlwasserleitungen geführt sind und in dem auch die Turbine aufgestellt ist, die für den Antrieb der Kühlluftventilatoren und der Kühlwasserpumpe dient. Von der hochgelagerten Turbine und von ihrer Getriebewelle aus geht eine wagrechte Welle über den Kühler hinweg, von der aus durch Kegelgetriebe die beiden im Dach des Wagens laufenden Ventilatoren angetrieben werden, während eine ebenfalls durch Kegelräder angetriebene senkrechte Welle, die durch den Kühler hindurch geht, auf die unten am Wagen befindliche Kühlwasserpumpe arbeitet.

Die Kühlluft wird zu beiden Seiten des Kühlwagens durch Leitschaufeln aufgefangen und unter den Kühler geleitet, durchströmt diesen von unten nach oben, wobei sie dem im Kühler herabrieselnden Wasser Wärme entzieht und wird dann durch die beiden Ventilatoren zum Dach hinausbefördert. Über dem Kühler liegt das Verteilungsrohrnetz, von dem das Kühlwasser auf die einzelnen Kühlerelemente gleichmäſsig und ohne Tropfenbildung abgegeben wird. Der ganze Tenderwagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Für Zu- und Rückführung des Kühlwassers zur Lokomotive sind Schlauchverbindungen besonderer Art zu beiden Seiten vorgesehen. Die auf dem Tenderwagen befindliche Hilfsturbine arbeitet im Winter als Gegendruckmaschine unmittelbar auf die Zugheizung, während sie im Sommer ihren Abdampf nach dem Vorwärmer abgibt.

Die Vorwärmung des Speisewassers erfolgt in zwei seitlich des Kessels liegenden Vorwärmern. In den ersten Vorwärmer mündet unter atmosphärischem Druck der Abdampf aus den Dampfstrahlluftsaugern, sowie aus der Kondensat- und Speisepumpe und der Luftpumpe. Saugzugturbine und Kühlerturbine geben ihren Abdampf in einen zweiten Vorwärmer, der unter Gegendruck steht und das Speisewasser bis auf 135° C vorwärmt, in welchem Zustande es in den Kessel gelangt. Überschuſsdampf aus dem Vorwärmer strömt einer Stufe der Hauptturbine zu und gibt hier Leistung ab. Bei Stillstand der Lokomotive oder bei Rückwärtsfahrt wird er nach dem Hauptkondensator geleitet und niedergeschlagen. Von einer weiteren Speisewasservorwärmung durch die abziehenden Rauchgase, sowie auch von einer Vorwärmung der Verbrennungsluft wurde der Einfachheit wegen bei der ersten Lokomotive abgesehen.

Es sei zum Schluſs noch hervorgehoben, daſs beim Entwurf der Lokomotive vor allem gröſster Wert auf leichteste Zugänglichkeit sämtlicher Teile gelegt wurde. Trotz des neuartigen Turbinenantriebes mit seinen Hilfsmaschinen ist das gewohnte Bild der Schnellzuglokomotive nur wenig geändert und auch für den Führer wird die Bedienung der neuen Lokomotive sich nicht viel von der bisher gewohnten Tätigkeit unterscheiden. Es ist bemerkenswert, daſs der Führerstand nicht mehr Bedienungs- und Beobachtungsstellen aufweist, als bei der bisherigen Kolben-Schnellzuglokomotive.

Ein Blick in die Zusammenstellung I drängt zu einem Vergleich einiger Bauartverhältnisse der badischen IV h (2 C 1)-Schnellzugslokomotive mit der 2 C 1-Turbinenlokomotive. Gegenüber ersterer hat jede Treibradachse 2 t Reibungsgewicht mehr erhalten, was eine Steigerung der Zugkraft um 1000 kg von 9000 kg auf 10000 kg zur Folge hat. Für beide Lokomotiven ist 120 km/h als gröſste Geschwindigkeit angegeben; dies entspricht bei der badischen IV h-Lokomotive einer sekundlichen Umdrehungszahl von 5,1. Infolge des Fortfalls der hin- und hergehenden Massen konnte bei der Turbinenlokomotive eine Erhöhung der Umdrehungszahl auf 6,1 zugelassen und dadurch der Treibraddurchmesser von 2100 mm auf 1750 mm verkleinert werden. Die erhoffte Verbesserung der Wärmewirtschaft (Abb. 5) bei der Turbinenlokomotive geht am klarsten daraus hervor, daſs bei der, den verkleinerten Rost- und Heizflächenabmessungen (3,5 gegen 5,0 m² Rostfläche und 160 gegen 225 m² Heizfläche) entsprechenden geringeren Dampferzeugung eine sogar noch vergröſserte Leistungsfähigkeit erwartet werden kann. Die Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades kann jedoch nicht mit vollem Betrage der Anwendung des Turbinenprinzips zugute geschrieben werden, vielmehr wird ein Teil davon durch die Steigerung des Kesselüberdruckes von 15 at auf 22 at veranlaſst sein.

So ist zu hoffen, daſs die Maffeische Turbinenlokomotive

Digitized by Google

uns ein grofses Stück vorwärts bringen wird in dem Bestreben die lange Zeit als unabänderlich in den Kauf genommene schlechte Wärmeausnützung in der Dampflokomotive wesentlich zu verbessern.

Die unter den Ziffern 1 und 2 der Zusammenstellung I aufgeführten Lokomotiven stellen Bauformen dar, die zu einer Zeit entworfen und entwickelt wurden, als noch die deutschen Länderbahnen die Möglichkeit hatten, ihren Bedarf an Lokomotiven selbst zu beschaffen und diese ihren Verkehrs- und Streckenverhältnissen anzupassen sowie nach den gewonnenen Erfahrungen weiter zu bilden. Dabei war auch einem geistigen Wettbewerb unter den einzelnen Verwaltungen Raum gegeben, die sich gegenseitig anregten und anspornten, die technisch und wirtschaftlich beste Lösung in der Lokomotivbauart zu finden. Sie setzten dadurch auch ihre Lokomotivbauanstalten in die Lage, neue Pläne in die Wirklichkeit umzusetzen und auszuproben, und damit auch dem Ausland gegenüber in technischer Beziehung wettbewerbsfähig zu bleiben. Die erwähnten Bauformen sind auch in gröfserem Umfang für ausländische Bahnverwaltungen gebaut worden. Seit der Überführung der Länderverwaltungen in die Deutsche Reichsbahn trat bei der Leitung der Reichsbahn das natürliche Bestreben hervor, die grofse Zahl der Lokomotivbauarten der Länderverwaltungen zu verringern und auch die Einzelteile soweit als möglich im Interesse der schnelleren Instandsetzung und der Beschränkung der Lagerhaltung einheitlich zu gestalten. Man hat es nicht für angängig erachtet, bereits bewährte Typen zu übernehmen und diese in dem erwähnten Sinne umzuarbeiten, sondern liefs eine vollständig neue Formenreihe ausarbeiten. Zu dem Zwecke wurde bei der Firma Borsig, Berlin ein Vereinheitlichungsbüro errichtet, das sich aus einer grofsen Zahl von Ingenieuren deutscher Lokomotivbauanstalten zusammensetzte. Es sollen künftig für die ganze Reichsbahn nur mehr Lokomotiven der von diesem Büro entwickelten Formenreihe beschafft werden. Im Interesse des Fortschrittes und damit auch der deutschen Wirtschaft ist zu wünschen, dafs es bei diesem Vorgehen gelingt, allen Neuerungen der Technik und allen Bedürfnissen des Verkehrs, die in den verschiedenen Gebieten sich doch sehr stark unterscheiden, rasch zu folgen, sich die Erfahrungen, die im Eisenbahnbetrieb von den Aufsenstellen gemacht werden, zunutze zu machen und dafs dabei auch den Lokomotivbauanstalten nicht der Anreiz genommen wird, aus Eigenem neue Gedanken und Verbesserungen im Lokomotivbau zu bringen und an der Vervollkommnung der Lokomotive selbst weiterzuarbeiten.

Die von der Firma Henschel & Sohn, G. m. b. H., Cassel ausgestellte Einheitsschnellzuglokomotive, 2 C 1-h 4 v ist die erste Lokomotive, welche nach den Plänen des Vereinheitlichungsbüros gebaut worden ist (Nr. 5 der Zusammenstellung I und Abb. 6 und 7). Mit einem Treib- und Kuppelachsdruck von 20 t ist sie die schwerste Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Der Hinterkessel, gewöhnliche Bauart mit stark nach rückwärts über die hinteren Kuppelräder gezogener Feuerkastenvorderwand, ist mit kupferner Feuerbüchse und kupfernen Stehbolzen versehen. Der Rundkessel enthält in fünf Reihen übereinander gelagerte Rauchrohre von 135/143 mm Durchmesser zur Aufnahme des Grofsrauchrohrüberhitzers Bauart Schmidt sowie 129 Heizrohre von 49/54 mm Durchmesser. Die freie Rohrlänge beträgt 5800 mm. Der Kessel trägt einen Dampfdom und einen Speisedom mit Winkelrost-Wasserreiniger. An ihn schliefst sich die bis über den Zylindersattel hinausgezogene Rauchkammer an, in deren vorderem, oberen Ende der Vorwärmer quer gelagert ist, während die Luft- und Speisepumpe in Seitennischen untergebracht sind, um dem Personal eine freie Streckensicht zu wahren. Die Speisung des Kessels erfolgt durch eine Dampfstrahlpumpe und eine Nielebock-Speisepumpe. Die zur Betätigung der Dampfstrahlpumpe, der Dampfheizeinrichtung, Kohlen- und Aschkastenspritzvorrichtung usw. nötigen Ventile sitzen auf einem an der linken Seite des Feuerkastens angeordneten Anschlufsstutzen, während der zur Betätigung der Luft- und Speisepumpe, der Pfeife und des Bläsers nötige Dampf einem auf der linken Seite der Rauchkammer sitzenden Anschlufsstutzen entnommen wird. Der Rost, aus gufseisernen Roststäben bestehend, ist im mittleren Teil als Kipprost mit Spindelantrieb ausgebildet. Unter ihm befindet sich ein geräumiger Aschkasten mit Luft- und Bodenklappen.

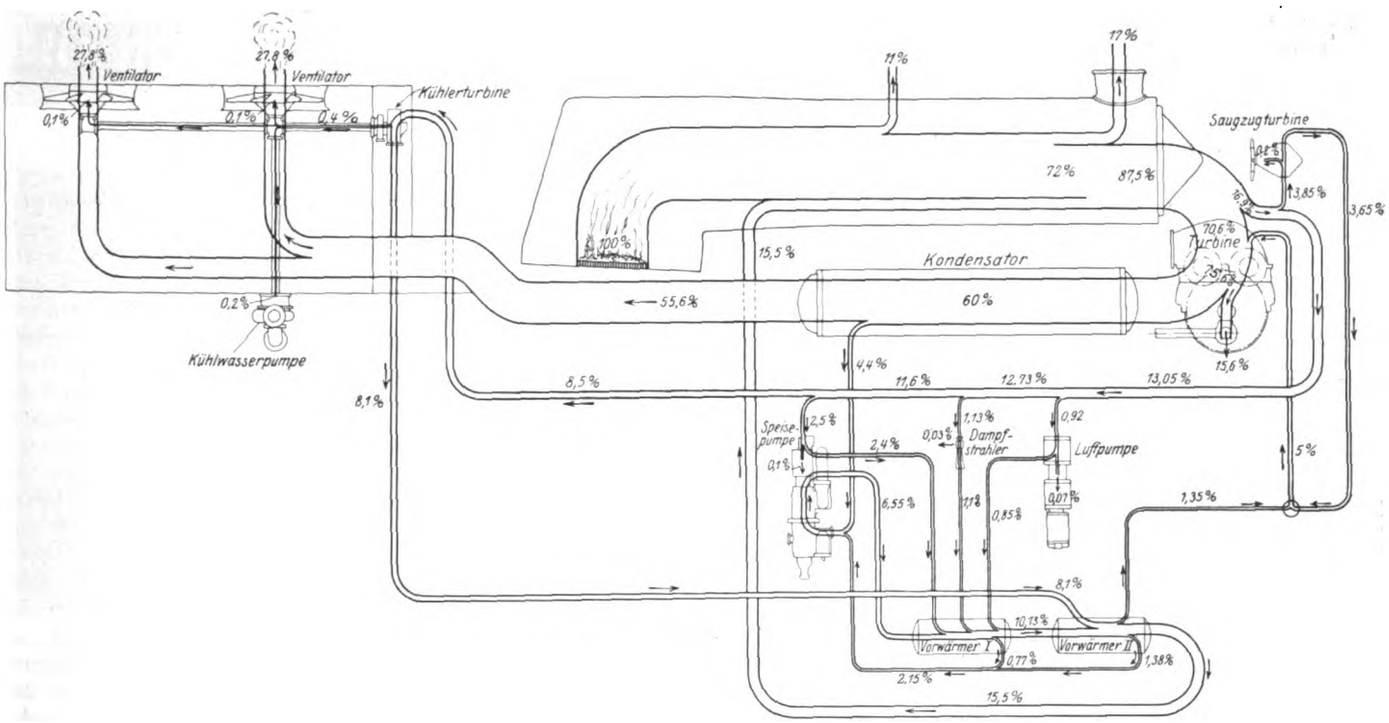


Abb. 5. Wärmestrom der 2-C 1-Turbolokomotive.

Digitized by Google

Der Rahmen wird aus zwei 100 mm starken, auf beiden Seiten behobelten Barren gebildet. Er ist mit dem Kessel durch den Rauchkammersattel der Innenzylinder, drei Pendelblechen und dem vorderen und hinteren Feuerkastenträger verbunden. An seinem vorderen Ende stützt er sich mittels zweier Gleitplatten auf ein zweiachsiges Drehgestell, im mittleren Teil auf die in den Rahmenausschnitten gelagerten drei Kuppelachsen, von denen die zweite als Teibachse ausgebildet ist, und im hinteren Teil auf eine Schleppachse mit Bogeneinstellung.

Weise hergestellt mittels Stofspuffern, Haupt- und Notzugeisen. Sämtliche Räder des Tenders werden einseitig durch die Knorr-Luftdruckbremse gebremst.

Die Firma Henschel & Sohn, G. m. b. H., Cassel, hatte noch eine weitere Lokomotive ausgestellt, die besonderes Interesse gefunden hat, nämlich eine Hochdrucklokomotive. Es ist dies die erste Lokomotive der Welt, welche mit einer Dampfspannung von 60 at betrieben wird. Sie ist nach den Entwürfen und Patenten der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft

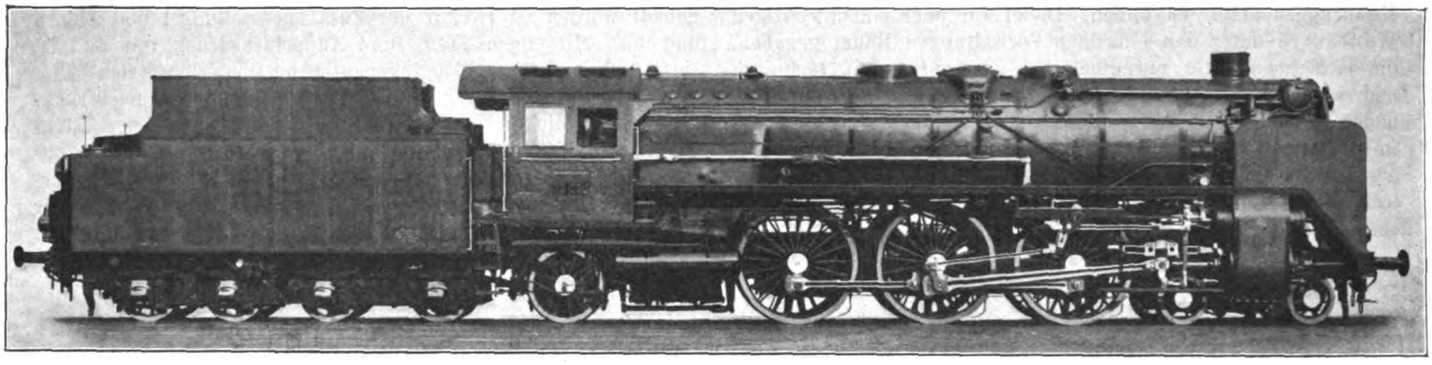


Abb. 6. Einheitsschnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft 2 C 1 - 4 h v, gebaut von Henschel & Sohn.

Die Mittellinien der beiden zwischen den Rahmen liegenden Hochdruckzylinder sind geneigt. Sie bilden mit ihren beiden Schieberkästen ein Gufsstück. Die rechts und links an die beiden Rahmenplatten angesetzten Niederdruckzylinder liegen wagrecht. Die Dampfverteilung wird durch Kolbenschieber mit schmalen, federnden Dichtungsringen vermittelt. Die Hochdruckschieber von 220 mm Durchmesser haben innere, die Niederdruckschieber von 350mm Durchmesser äufsere Einströmung. Sie werden durch die gewöhnliche Heusinger-Steuerung, und zwar die Aufsenzylinder unmittelbar, die Innenzylinder durch Übertragungswellen bewegt. Auf den Schieberkästen befinden sich durch Druckluft gesteuerte Druckausgleich- und Luftsaugeventile, an den Zylindern die üblichen Zylinderentwässerungs- und Sicherheitsventile. Die Druckausgleicher der Hochdruckzylinder dienen zugleich im geöffneten Zustand als Anfahrvorrichtung, indem der Dampf unmittelbar durch die Schieberkästen der Hochdruckzylinder nach den Niederdruckzylindern strömt. Sämtliche Räder der Treib- und Kuppelachsen, sowie diejenigen des Drehgestells werden einseitig durch die Luftdruckbremse Bauart Knorr gebremst. Die Treib- und Kuppelräder werden durch einen Prefsluftsandstreuer gesandet. Die Lokomotive besitzt ferner Dampfheizeinrichtung, Gasbeleuchtung und Geschwindigkeitsmesser.

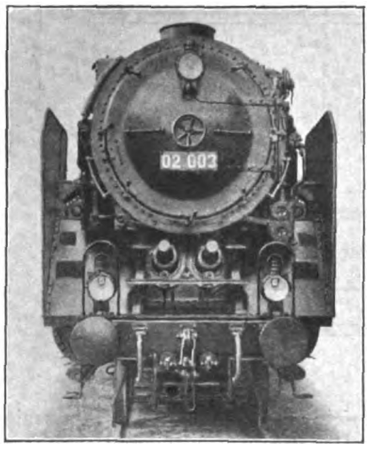


Abb. 7.
Einheitsschnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Ansicht von vorne.

Die Lagerung der vier Tenderachsen ist so durchgeführt, dafs die beiden hinteren Achsen in Achsausschnitten der Rahmenplatten fest gelagert sind, während sich das Vorderteil des Rahmens auf ein zweiachsiges Drehgestell stützt. Die Kupplung zwischen Lokomotive und Tender ist in gewöhnlicher

m. b. H., Cassel-Wilhelmshöhe, ausgeführt (Nr. 6 der Zusammenstellung I, Abb. 8 bis 10 und Taf. 9, Abb. 2 bis 4). Auf der Grundlage der bekannten Versuche und Arbeiten Wilhelm Schmidts auf dem Gebiete des Hochdruckdampfes gelang es seinem langjährigen Mitarbeiter, dem technischen Direktor O. H. Hartmann der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft, die bewährte Stephensonsche Lokomotive in eine besonders leistungsfähige Hochdrucklokomotive auf einfache und erfolgversprechende Weise umzuwandeln. Die Schmidtschen Versuche erbrachten bekanntlich s. Zt. den Beweis, dafs es möglich ist, durch Erhöhung des Betriebsdruckes auf 60 at bei einer Dampfkraftmaschine mit Auspuffbetrieb einen Dampfverbrauch von etwa $4^1/_2$ kg für eine PS-Std. zu erhalten, womit eine Herabsetzung des Brennstoffverbrauches von etwa 30 v. H. verknüpft ist.

Um den Schwierigkeiten der Durchbildung eines reinen Hochdruckkessels zu entgehen, ist der Kessel als Zweidruckkessel entworfen, der aus einem Hochdruckkessel von 60 at Betriebsdruck und einem in der üblichen Weise ausgeführten Langkessel für 14 at Betriebsdruck besteht. Bei dieser Betriebsweise wird zwar nicht der volle Vorteil des Hochdruckdampfes erreicht, aber immerhin glaubt die Schmidtsche Heifsdampfgesellschaft bei gleicher Leistung mit einer Brennstoffersparnis von im Mittel 20 bis 25 v. H. gegenüber einer neuzeitlichen Heifsdampflokomotive bzw. bei gleichem Brennstoffverbrauch mit einer Mehrleistung von 35 bis 40 v. H. rechnen zu können. Die Verwendung zweier Kessel mit verschiedenem Druck ergibt bei einer Lokomotive wesentliche Vorteile. So dient z. B. der gröfsere Wasserinhalt des Langkessels als Wärmespeicher. Auch das Anfahren der Lokomotive erfolgt ohne jede besondere Hilfseinrichtung.

Die kupferne Feuerbüchse ist bei der neuen Lokomotive gänzlich in Wegfall gekommen; sie wird von Wasserrohren gebildet, die mit ihren unteren Enden in die Wasserkammern eines Bodenringes, mit den oberen Enden in kleine Dampfsammler münden (Abb. 10 und Taf. 9, Abb. 2 u. 3). Diese Feuerbüchswasserrohre sind mit destilliertem Wasser gefüllt; der daraus erzeugte Dampf gelangt durch Steigrohre von den Sammlern zu Heizschlangen, die in dem über der Feuerbüchse liegenden Hochdruckkessel eingebaut sind. Dort gibt der Dampf, welcher je nach der Feuerunterhaltung und dem Grade der Dampferzeugung eine Spannung von 70 bis 85 at besitzt, seine

Digitized by Google

Verdampfungswärme an das im Hochdruckkessel befindliche Speisewasser ab und fällt als Kondensat durch aufsen liegende Fallrohre wieder in die betreffende Bodenringkammer zurück, um dort von neuem seinen Kreislauf zu beginnen. Die Beheizung des Hochdruckkessels ist also eine mittelbare. Sie hat den Vorteil, dafs jede schädliche Kesselsteinbildung in den Wasserrohren der Feuerbüchse vermieden wird. Ferner ist auch die Trommel des Hochdruckkessels den Einwirkungen der Feuergase entzogen. Die Hochdrucktrommel ist ein von der Firma Krupp A.-G. aus 3 %igem Nickelstahl hergestellter, nahtlos geschmiedeter und beiderseits gekümpelter Dampfkessel von 914 mm lichter Weite und 5160 mm Gesamtlänge bei 30 mm Wandstärke. Umfangreiche Untersuchungen verschiedener Forscher haben gezeigt, dafs die Streckgrenze dieses nickellegierten Stahles innerhalb des für Hochdruckdampf in Frage kommenden Temperaturbereichs rund das 1,5 fache der Streckgrenze des Flufseisens beträgt und haben seine praktische Unempfindlichkeit gegen Alterung und Rekristallisation ergeben (Kruppsche Monatshefte Oktober 1925).

Der Langkessel für den niederen Betriebsdruck (14 at) zeigt die gewöhnliche Bauform. Um in ihm Kesselsteinablagerungen soweit als möglich zu verhüten, befindet sich auf dem Langkessel aufser dem üblichen Dampfdom noch ein Speisedom mit eingebautem Winkelrost, über welchen das Speisewasser in fein verteiltem Zustand herabrieselt, wobei es die Kesselsteinbildner ausscheidet. Der Hochdruckkessel erhält sein Speisewasser aus dem Niederdruckkessel durch eine Dampfpumpe. Der in dem Speisewasser des Hochdruckkessels etwa noch befindliche Kesselstein kann durch Auswaschlucken ausgespült werden. Der im Hochdruckkessel erzeugte Dampf von 60 at gelangt über einen Hochdruckregler nach einem in den unteren Reihen der Heizrohre des Langkessels gelagerten Kleinrohrüberhitzer und von dort nach dem Schieberkasten des zwischen den Rahmenwangen liegenden Hochdruckzylinders. Der im Langkessel erzeugte Dampf geht über den im Dom enthaltenen Regler nach einem in den oberen Reihen der Heizrohre des Langkessels gelagerten besonderen Kleinrohrüberhitzer. Der hochüberhitzte Niederdruckdampf mischt sich auf seinem Wege vom Überhitzerkasten zu den beiden aufsen am Rahmen liegenden Niederdruckzylindern mit dem aus dem Hochdruckzylinder ausströmenden Abdampf. Durch die Mischung dieser beiden Dampfarten ergibt sich für die beiden Niederdruckzylinder eine mittlere Eintrittstemperatur von 300 bis 330° C. Bei normaler Rostbelastung werden etwa $^2/_3$ des gesamten Dampfes als Hochdruckdampf erzeugt, der Rest als Niederdruckdampf. Nach beendeter Arbeitsleistung wird der Dampf aus den Niederdruckzylindern durch das Blasrohr in den Schornstein ausgestofsen.

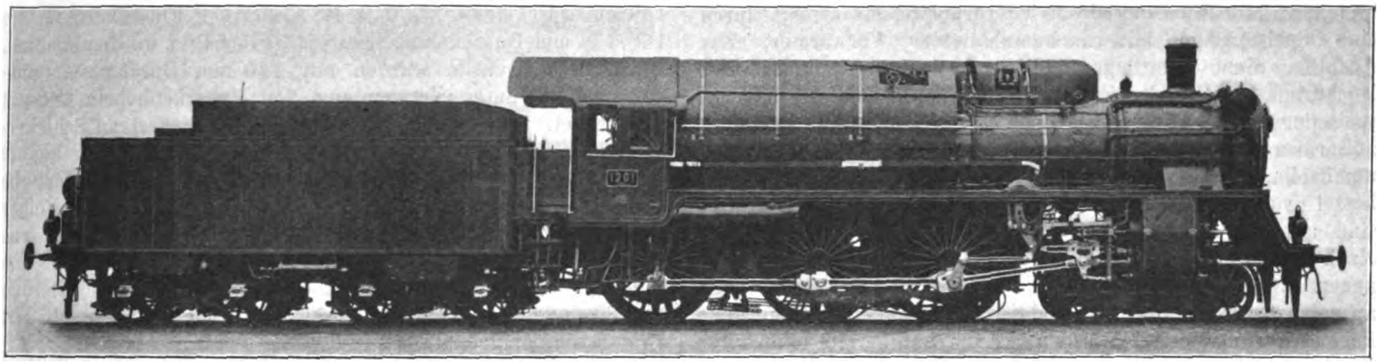


Abb. 8. 2 C-Hochdrucklokomotive; Dreizylinder-Verbund-Heifsdampf 60/14 atm, gebaut von Henschel & Sohn, Cassel.

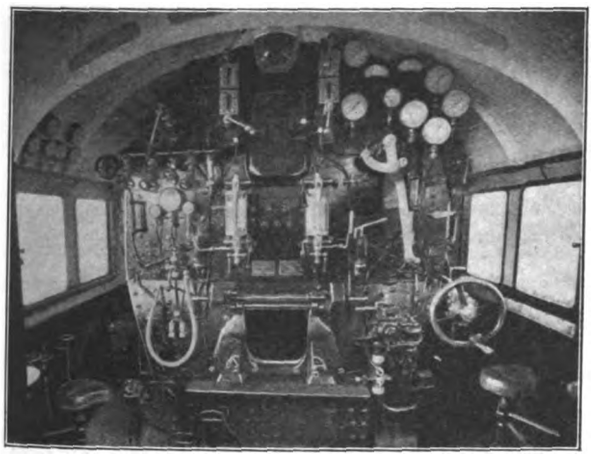


Abb. 9. Führerstand der 2 C-Hochdrucklokomotive von Henschel & Sohn, Cassel.

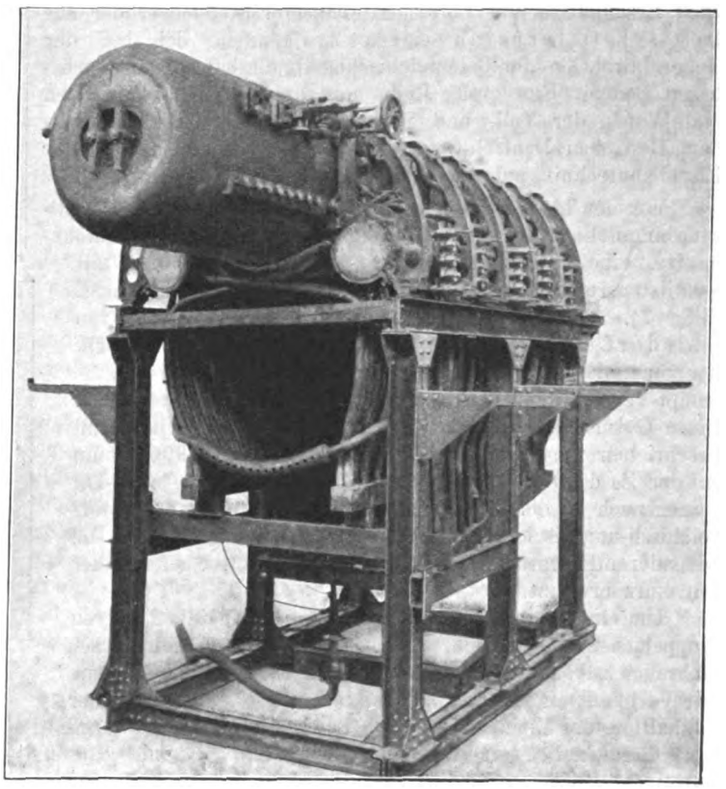


Abb. 10. Wasserrohrfeuerbüchse und Hochdruckkessel der 2 C-Hochdrucklokomotive von Henschel & Sohn.

Digitized by Google

Für die Versuchsausführung ist von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eine 2 C-Dreizylinder-Heifsdampf-Schnellzuglokomotive der Gattung S 10² zur Verfügung gestellt worden, die sich zum Umbau nach der beschriebenen Bauart sehr gut eignet. Es sind nämlich in der Hauptsache lediglich der Kessel und der Innenzylinder ausgewechselt worden; die Aufsenzylinder, die Steuerung, die Übertragungshebel zur Bewegung des Hochdruckkolbenschiebers, sowie das gesamte Triebwerk einschliefslich Rahmen blieben unverändert bestehen. Die Speisung des Niederdruckkessels erfolgt durch eine Speisepumpe mit nachgeschaltetem Vorwärmer. Zur Aushilfe dient eine gewöhnliche Dampfstrahlpumpe. Der Hochdruckkessel wird, wie schon erwähnt, von einer Hochdruckspeisepumpe mit Wasser aus dem Niederdruckkessel versorgt; aufserdem ist noch eine Hochdruckdampfstrahlpumpe zur unmittelbaren Speisung des Tenderwassers in den Hochdruckkessel vorhanden. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind aus der Zusammenstellung I, Ziffer 6 zu entnehmen. — Nach Mitteilung der Firma Henschel & Sohn sind mit dem neuen Zweidruckkessel bereits einige Verdampfungsversuche ausgeführt worden, die die Richtigkeit der dem Bau zugrunde liegenden Annahmen bestätigen. Auch hat bereits eine kurze Werkprobefahrt der Lokomotive stattgefunden. Die endgültigen Versuchsfahrten werden jetzt in Angriff genommen werden.

Der Wunsch, bei der Deutschen Verkehrsausstellung München auch Erzeugnisse und Fortschritte unserer Stammesbrüder aus Deutsch-Österreich zeigen zu können, fiel bei der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen auf fruchtbaren Boden. Eine grofse Reihe von ausgestellten Lokomotiven und Wagen der Voll- und Schmalspur gab uns Kenntnis von dem Bestreben Deutsch-Österreichs auch auf dem Gebiete der Eisenbahntechnik gute Wiederaufbauarbeit zu leisten.

Von den ausgestellt gewesenen österreichischen Vollspurdampflokomotiven erweckte insbesondere die 2 C-Umbaulokomotive, eine Heifsdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive mit Ventilsteuerung Bauart Lentz Interesse (Zusammenstellung I, Ziffer 7). Sie ist durch Umbau der nach den Plänen von Gölsdorf erstmals im Jahre 1898 von der Maschinenfabrik der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Wien gebauten 2 C-Nafsdampf-Verbund-Schnellzuglokomotive, Reihe 901 entstanden. Diese Gölsdorfsche Bauart ist schon wiederholt eingehend beschrieben worden, so im Organ 1898 bzw. 1900, dann in der Z. d. Ö. I. u. A. V. 1901, Nr. 11, 14 und 15, ferner auch in der »Geschichte der Eisenbahnen der österreichisch-ungarischen Monarchie« von Gölsdorf. Die besonderen Eigentümlichkeiten dieser Lokomotive seien daher nur kurz erwähnt.

Um eine grofse Rostfläche ohne Überlastung der hinteren Kuppelachse zu erzielen, griff Gölsdorf auf den aufser Gebrauch gekommenen Aufsenrahmen zurück. Die Innenlage der Verbundzylinder ergab sich dann zwangläufig wegen der Einhaltung des Lichtraumprofils. Besonders auffallend waren noch die aufsen liegende Heusinger-Steuerung mit einer grofsen, aus einem Stück mit der Kurbelwelle geschmiedeten Hubscheibe, sowie die zwei durch ein Zwischenrohr verbundenen Dampfdome. Trotz der guten Gesamtanlage war die Lokomotive die am wenigsten gelungene Type der von Gölsdorf entworfenen Bauarten. Das schwere Triebwerk war die Ursache öfteren Heifslaufens, so dafs der Verwendungsbereich der Lokomotive auf Gebirgsstrecken mit geringen Anforderungen an die Geschwindigkeit beschränkt blieb. Mit der vor zwei Jahren erfolgten Einführung der österreichischen Lentz-Ventilsteuerung war eine Erfolg versprechende Umbaumöglichkeit für diese Lokomotivgattung gegeben. Zunächst wurden sieben Lokomotiven, die wegen gröfserer Schäden ohnehin ausbesserungsreif waren, von der Maschinenfabrik der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft zusammen mit der Lentz-Lokomotiv-Umbau A.-G., Wien nach den Angaben des Oberbaurats Alex. Lehner von der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen umgebaut. Das Verbundprinzip wurde aufgegeben, indem der Niederdruckzylinder (810 mm Durchmesser) durch einen Zylinder mit denselben Abmessungen wie sie der Hochdruckzylinder schon hatte (530 mm Durchmesser) ersetzt wurde. Die durch Anwendung der Zwillingswirkung bedingte schlechtere Dampfausnützung wurde durch den Einbau eines Schmidtschen Überhitzers ausgeglichen. Die Schiebersteuerung wurde durch Lentz-Ventilsteuerung ersetzt. Die Einströmventile erhielten 150 mm Durchmesser, so dafs die bisherigen Einströmrohre, die 150/159 mm Durchmesser besafsen, beibehalten werden konnten. Die Ausströmventile wurden mit 160 mm Durchmesser ausgeführt und unter Verwendung von Zwischenhebeln versetzt angeordnet. Wegen der im Gegensatz zur bisherigen Schiebersteuerung fast reibungslos arbeitenden Ventilsteuerung konnte die schwere Aufsensteuerung durch die leichte Gölsdorfsche Winkelhebelsteuerung ersetzt werden. Zur Erzielung einer besseren Feueranfachung wurde die Blasrohrmündung von 136 mm Weite auf 116 mm verengt und um rund 300 mm tiefer gesetzt. Zur Erzielung einer betriebssicheren Schmierung der Kolben und Ventile wurde eine Schmierpresse, Bauart Friedmann, eingebaut.

Die mit der Umbaulokomotive gemachten günstigen Erfahrungen veranlafsten die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen fünf weitere Lokomotiven dem Umbau zuzuführen. Vor allen Dingen zeichnet sich die Umbaulokomotive durch leichtes Anfahren, Erreichen hoher Geschwindigkeiten (bis zu 100 km/h) und insbesondere auch durch eine Leistungszunahme von mehr als 30 v. H. aus. Sie ist jetzt imstande einen 400 t-Schnellzug auf der Franz-Josefs-Bahn mit langen anhaltenden Steigungen von 10 v. T. zu befördern. Die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen beabsichtigt daher alle im Laufe der Zeit zur Ausbesserung kommenden Lokomotiven in gleicher Weise umbauen zu lassen.

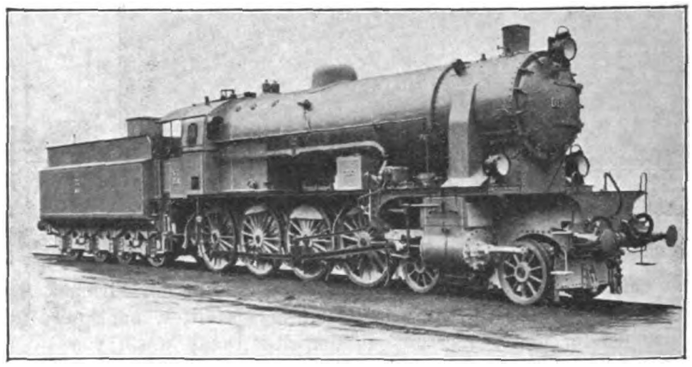


Abb. 11. 2 D-h 2 Zwillings-Schnellzuglokomotive der Österreichischen Bundesbahnen mit Lentzventilsteuerung Reihe 113.

Als zweite, grofse Lokomotive hat die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen eine 2 D-h 2-Schnellzuglokomotive Reihe 113, zur Verkehrsausstellung gebracht (Zusammenstellung I, Nr. 8 und Abb. 11).

Zur Beförderung schwerer Schnellzüge in der Hügellandstrecke Wien-Salzburg stand den Österreichischen Bundesbahnen bis zum Jahre 1923 nur die 1 C 2-h 4 v-Lokomotive, Reihe 310, zur Verfügung. Den gesteigerten Anforderungen des Verkehrs, die die Führung von Schnellzügen von 450 und 500 t auf dieser Strecke verlangte, konnte die dreifach gekuppelte Lokomotive wegen ihres geringen Reibungsgewichtes nicht mehr entsprechen und man sah sich daher genötigt, um kostspieligen Vorspanndienst zu vermeiden, zu einer vierfach gekuppelten Lokomotive zu greifen. Als Vorbild diente dazu die schon seit zwei Jahren auf der Südbahn verwendete 2 D-h 2-Lokomotive, Reihe 570. Da diese Lokomotive im allgemeinen befriedigte, wurde diese Bauart

Digitized by Google

unter Verkleinerung des Zylinderdurchmessers und Vergröfserung des Hubes, sonst aber ohne wesentliche Änderungen von den Österreichischen Bundesbahnen übernommen.

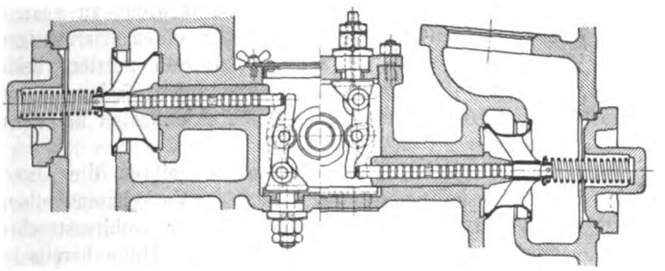


Abb. 12. Ventilsteuerung mit Zwischenhebeln bei versetzten Ein- und Ausströmventilen.

Der Langkessel ist aus drei Schüssen zusammengesetzt, von denen der letzte den Dom trägt. Stehkessel und innere Feuerbüchse sind in der üblichen Art ausgeführt. Der Stehkessel schliefst über den Kuppelrädern ab, was einen einfachen Grundring und damit auch eine einfache Ausbildung des ganzen Stehkessels ermöglichte. Feuerbüchse und Stehbolzen sind aus Kupfer. Die Stehbolzen sind der ganzen Länge nach durchbohrt. Im Dampfdom befindet sich ein Ventilregler, Bauart Zara. Der Überhitzer besteht aus vier Reihen mit zusammen 32 Überhitzereinheiten. Als Sicherheitsventile sind zwei vierzöllige Pop-Ventile auf der Stehkesseldecke angebracht. Aufser mit einem Doppelwasserstandanzeiger ist der Kessel in der Höhe des tiefsten Wasserstandes noch mit einem Probierventil versehen. Die Lokomotive ist mit Hilfsbläser, Rauchkammer-, Aschkasten- und Kohlen-Spritzvorrichtung ausgestattet. Die Kesselspeisung während der Fahrt erfolgt durch eine auf der linken Seite der Lokomotive über dem Laufblech aufgestellte »Dabeg«-Pumpe (gebaut von der »Dabeg«-Maschinenfabrik-A.-G., Wien). Diese Pumpe besteht aus drei Teilen, der Kaltwasserpumpe, dem Abdampfvorwärmer und der Heifswasserpumpe. Das von der Kaltwasserpumpe aus dem Tender angesaugte Speisewasser wird in den mit Abdampf geheizten, unter Atmosphärendruck stehenden Einspritzvorwärmer gepumpt. Hier erwärmt sich das Speisewasser auf rund 100° C, indem es die in dem Abdampf enthaltene Verdampfungswärme vollständig aufnimmt. Durch die Heifswasserpumpe wird sodann das aus Abdampfkondensat und erwärmtem Speisewasser bestehende Gemisch aus dem Einspritzvorwärmer abgesaugt und in den Kessel gedrückt. Die Kaltwasserpumpe und die Heifswasserpumpe sind einfach wirkend. Der gemeinsame Tauchkolben erhält seinen Antrieb von einer kleinen Gegenkurbel des linken vorletzten Kuppelrades. Ein von der Lokomotivsteuerwelle angetriebenes Gestänge bringt durch Verstellung eines Regelschiebers auf der Kaltwasserseite die Pumpenleistung in Abhängigkeit von der Lokomotivzylinderfüllung. Dadurch wird eine selbsttätige Speisewasserregelung entsprechend dem jeweiligen Dampfverbrauch der Lokomotive erreicht. Zur Speisung bei Stillstand dient eine auf der Kesselrückwand sitzende saugende Friedmannstrahlpumpe. Von ihrer Dampfzuleitung zweigt ein Stutzen ab, auf dem das Dampfventil des Luftsaugers der Luftsaugebremse sitzt.

Als Rost kommt der bei den Österreichischen Bundesbahnen allgemein angewendete schmiedeeiserne Rost zur Anwendung. Das vordere Rostfeld ist mit einem Kipprost, der durch Kurbel und Schraube betätigt wird, ausgerüstet. Vorne in der Feuerbüchse befindet sich ein Schamottegewölbe. Als Neueinrichtung bei den Österreichischen Bundesbahnen ist bei dieser Lokomotive die Langersche »Dampfkörperfeuerung« zur Anwendung gelangt. Dabei wird durch eine Düse Dampf oberhalb der Heiztüre in den Feuerraum derart geblasen, dafs ein pyramidenförmiger Dampfkörper entsteht, der die Heizgase gegen die Feuerbüchswände drängt und sie zwingt, einen verhältnismäfsig langen Weg in der Feuerbüchse zu durchstreichen, auf dem sie Gelegenheit haben, rauchfrei zu verbrennen. Die Einrichtung arbeitet im Verein mit dem Hilfsgebläse vollkommen selbsttätig. Der Aschkasten ist reichlich bemessen und mit gut zugänglichen Luftklappen versehen, die ein leichtes Reinigen des Kastens gestatten.

Als Rahmen kam auch bei dieser Lokomotivbauart so wie bei allen österreichischen Lokomotiven der Blechrahmen zur Anwendung. Im vorderen Rahmenteil ist das Drehgestell gelagert, dessen Zapfen eine Seitenverschiebbarkeit von 45 mm nach jeder Seite zuläfst. Die Rückführung in die Mittelstellung erfolgt zwangläufig durch zwei Blattfedern. Die letzte Kuppelachse hat ein Seitenspiel von 26 mm nach jeder Seite. Die Achslagerführungen sind so ausgebildet, dafs ein Nachstellen der Führungskeile leicht bewerkstelligt werden kann. Die geschmiedeten Achslagergehäuse selbst sind mit aufgeschraubten Bronzeschalen versehen, um das lästige Verreiben der Gehäuse- und Achslagerführungen hintanzuhalten. Als Neueinrichtung ist bei allen Achslagern noch die Friedmannsche Prefsschmierung zu erwähnen, die von einer kleinen, auf dem Laufblech untergebrachten Schmierpumpe besorgt wird. Die Ölzuleitung zu den einzelnen Lagern erfolgt durch Metallschläuche. Zur Erzielung einer guten Abdichtung werden alle Unterlager durch eigene Prefsschrauben gegen ihre Oberlager gedrückt.

Da, wie schon oben bei der Beschreibung der österreichischen 2 C-Umbaulokomotive erwähnt worden ist, die Österreichischen Bundesbahnen mit der Lentzventilsteuerung gute Erfahrungen gemacht haben, hat man sich auch bei dieser Lokomotive endgültig zur Verwendung der Lentzventilsteuerung, Bauart der Österreichischen Bundesbahnen entschlossen. Hier sind die Zwischenhebel, welche die Bewegung der Nocken auf die Ventilspindeln übertragen, von aufsen leicht nachstellbar, so dafs das Einstellen der Steuerung keine Schwierigkeiten bereitet (Abb. 12). Um möglichst gute Einströmverhältnisse zu erzielen, sind die Einlafsventile mit Überdeckung ausgebildet. Diese wird dadurch erreicht, dafs die Ventile unterhalb ihrer Sitze noch einen ringförmigen zylindrischen Ansatz von 3 mm Höhe haben. Beim Öffnen mufs sich also das Ventil erst 3 mm vom Sitze abheben, bevor der erwähnte Ring die Einströmöffnung und damit die Einströmung freigibt. Die Ventilgehäuse sind in einem Kasten vereinigt, mit dem auch die ganze innere Steuerung, das ist Nockenwelle und Zwischenhebel zusammengebaut ist. Der Kasten ist auf den Einströmkanälen des Zylinders mittels Flanschen aufgesetzt und verschraubt. Diese geteilte Ausführung hat sich durchweg gut bewährt und wird bei den österreichischen Bundesbahnen an allen Lokomotiven mit Ventilsteuerung ausgeführt. Das Steuerungsgestänge und die Schwinge sind den kleinen zu übertragenden Kräften entsprechend sehr leicht gehalten. — Um bei grofsen Geschwindigkeiten den Einflufs der hin- und hergehenden Massen soweit als möglich herabzumindern, wurden Kolben, Kolbenstange und Kreuzkopf sehr leicht ausgebildet und die durchgehende Kolbenstange hohl ausgeführt. Der Kolben wird vorne durch ein eigenes Traglager geführt. Als Stopfbüchsenpackung ist die, der Hauptsache nach aus dreiteiligen, gufseisernen Ringen bestehende Heifsdampfpackung, Patent Hauber, zur Anwendung gebracht. Die genannte Packung bewährte sich in jahrelangem Betrieb sehr gut, so dafs die Österreichischen Bundesbahnen ihre weitgehende Einführung beschlossen haben.

Bei der Ausbildung der Rauchkammer wurde darauf Bedacht genommen die Arbeit in ihr so leicht als möglich zu machen. Es wurde auf gute Zugänglichkeit der Heiz- und Rauchrohre, des Überhitzers und des Blasrohres gesehen. Als Funkenfänger wird bei diesen Lokomotiven der Funkenschirm, Patent Langer, verwendet. Als Rauchkammertür kommt eine ein-

Digitized by Google

flügelige runde Tür zur Anwendung, die durch zahlreiche Riegel luftdicht an die Rauchkammervorderwand angedrückt wird.

Das gesamte Treibgestänge ist möglichst leicht gehalten. Um beim Nachstellen der Achslagerführungskeile einerseits einem Verspannen der ganzen Kupplung vorzubeugen, und andererseits doch eine genaue Einstellung des Gestänges durchführen zu können, erhielten die Kuppelzapfen der Kuppelräder Augenlager, während die Kuppelzapfen der Treibräder in beiderseits durch Keile nachstellbaren Stangenlagern laufen.

Bisher verwendeten die Österreichischen Bundesbahnen bei allen ihren Lokomotiven Azetylenbeleuchtung, teils in Form von Zentralbeleuchtungen, mit einem eigenen Gaserzeuger im Führerhaus, teils in Form von Azetylenlaternen. Nur eine Lokomotive, die gleichfalls auf der Ausstellung erschienene und weiter unten beschriebene 1 F-Lokomotive, Reihe 110, war mit Dynamobeleuchtung ausgerüstet. Da sich letztere Beleuchtungsart in jahrelangem Betriebe gut bewährte, entschloſs man sich zur Einführung der elektrischen Beleuchtung zunächst bei allen neuen Lokomotiven. Leider konnte bei der 2 D-Ausstellungslokomotive wegen zu später Lieferung der Turbodynamo die elektrische Beleuchtungsanlage nicht mehr eingebaut werden. Die vorgesehene Einrichtung stammt von der Firma Henschel & Sohn in Cassel und besteht aus einer einfachen Dampfturbine mit Gleichstromerzeuger. Beleuchtet sollen werden je zwei Scheinwerfer auf der Lokomotive und auf dem Tender, sowie zwei Lampen auf dem Führerhaus. Unter der Lokomotivlaufbühne, sowie seitlich unterhalb des Tenderwasserkastens sind Steckdosen zum Anschluſs von Arbeitslampen vorgesehen.

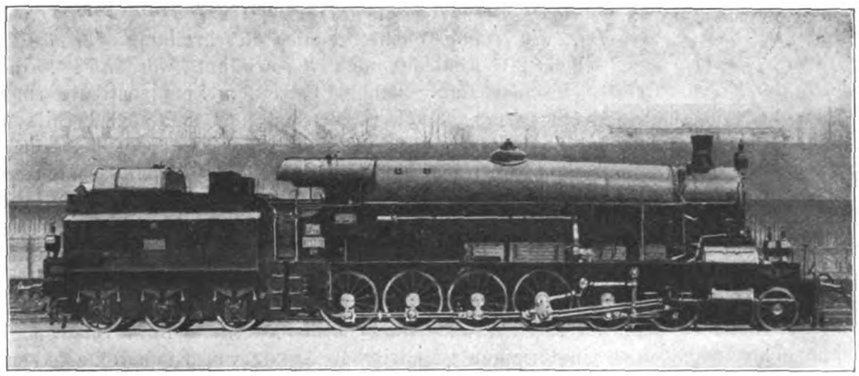


Abb. 13. 1 F-Vierzylinder-Heiſsdampf-Verbundlokomotive der Österreichischen Bundesbahnen Reihe 100.

Die Lokomotive ist mit Luftsaugebremse ausgerüstet. Gebremst werden nur die gekuppelten Räder und zwar einseitig. Um die aus Deutschland einlangenden, durchgehenden Schnellzüge mit Luftdruckbremse weiter befördern zu können, erhielt die Lokomotive auch eine Luftdruckbremseinrichtung, jedoch nur zur Bremsung des Wagenzuges allein. Lokomotive und Tender werden weiter mit Luftsaugebremse gebremst. Die Leitung der letzteren ist am Führerstand mit einer Bremsklappe versehen, welche durch den Bremshandgriff der Luftdruckbremse in der Schnellbremsstellung geöffnet wird.

Bei der Erprobung der 2 D-Lokomotive, Reihe 113, wurden wiederholt Schnellzüge von 550 t Gewicht über Steigungen von 8 v. T. mit Geschwindigkeiten von 55 bis 60 km/h befördert. Dies entspricht Zughakenleistungen bis zu 1500 PS und indizierten Leistungen bis zu 1800 PS_i. Die dabei erzielten Kohlen- und Wasserverbrauchsziffern können als günstig bezeichnet werden. Sie betrugen im Mittel 2,5 kg Kohle mit 4400 W. E. und ungefähr 9,7 kg Wasser für die Zughaken-PS-St. Die Heiſsdampftemperaturen betrugen dabei 400 bis 420° C, die Vorwärmung des Speisewassers 100 bis 110° C.

Um die oben genannten Leistungen mit wenig Aufenthalten zu erreichen, war es nötig, der Lokomotive einen Tender mit einem groſsen Wasservorrat von 27 m^3 beizugeben. Dabei hatte man aber auch das Bestreben, an Gewicht zu sparen. Diese Gründe waren maſsgebend, dafür einen vierachsigen Tender ohne Drehgestell zu schaffen, dessen mittlere beide Achsen, um gute Bogenläufigkeit zu erzielen, jederseits ein Seitenspiel von 10 mm zulassen. Der Kohlenkasten hat einen Fassungsraum von 9,3 m^3.

Als dritte, groſse Dampflokomotive zeigten die Österreichischen Bundesbahnen auf der Deutschen Verkehrsausstellung eine 1 F-h 4 v-Lokomotive, Reihe 100, für Gebirgsstrecken (Zusammenstellung I, Nr. 9 und Abb. 13). Diese bereits im Jahre 1911 von der Wiener Lokomotivfabrik A. G., Wien-Floridsdorf gebaute Lokomotive ist für den Dienst schwerster Schnellzüge auf den Steilrampen der Gebirgsbahnen bestimmt. Nur in einem einzigen Stück vertreten ist sie die stärkste aller österreichischen Dampflokomotiven überhaupt.

Der Kessel enthält in drei wagrechten Reihen von je neun Rauchrohren den Überhitzer, Bauart Schmidt. Die Stehbolzen sind aus gelochtem Stangenkupfer hergestellt. Die Zylinder bestehen aus drei Guſsstücken, einem mittleren mit dem Sattel und den beiden Hochdruckzylindern und aus zwei seitlichen, welche die Niederdruckzylinder und die Kolbenschiebergehäuse für die vereinigten Hoch- und Niederdruckschieber enthalten. Die auf gemeinsamer Stange sitzenden Kolbenschieber bestehen aus einem geteilten Kolbenschieber zur Steuerung des Hochdruckzylinders, zwischen dessen beiden Hälften ein Rohrschieber für den Niederdruckzylinder angeordnet ist. Beide Schieber haben äuſsere Einströmung. An den Zylindern sind keine Druckausgleichkanäle angebracht, dagegen sind an den Niederdruckzylindern und den Deckeln der Kolbenschiebergehäuse Luftsaugeventile, im ganzen also acht Stück vorhanden. Wegen der groſsen Seitenverschiebbarkeit der siebten Achse ist die letzte Kuppelstange mit Köpfen versehen, welche wie Kardangelenke die Einstellung der Stange in allen Richtungen zulassen. Wegen des Aufbringens dieser Köpfe auf die mit Zapfen versehenen Stangenlager ist die Stange selbst der Länge nach geteilt und verschraubt.

Die Lokomotive ist ausgerüstet mit zwei Sicherheitsventilen, zwei saugenden Injektoren, Bauart Friedmann, zwei Schmierpumpen, Bauart Friedmann mit Reinölkammer und zehn Ausläufen, Handsandstreuer, Heizölfeuerung, Bauart Holden mit zwei Heizölbläsern und Luftsaugeschnellbremse.

Die Personenzuglokomotiven mit Schlepptender waren auf der Verkehrsausstellung nur durch eine Bauart vertreten. Es war dies die 1 D 1-h 3-Personenzuglokomotive P 46.19 (P 10) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Diese erstmals im Jahre 1922 im Auftrag des Eisenbahnzentralamts Berlin gebaute Lokomotive wurde sowohl von der Friedr. Krupp A. G., Essen, wie auch von der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe zur Ausstellung gebracht (Zusammenstellung I, Nr. 10 und Abb. 14 und 15).

Die Lokomotive besitzt einen 100 mm starken Barrenrahmen, in dessen Ausschnitten die Achsen gelagert sind. Die beiderseits verschiebbare vordere Laufachse ist mit der gleichfalls verschiebbaren ersten Kuppelachse zu einem Drehgestell Bauart Krauss-Helmholtz vereinigt. Die zweite Kuppelachse, welche fest gelagert ist, ist als Treibachse für alle drei Zylinder ausgebildet. Ihre Räder haben verschwächte Spurkränze. Die dritte Kuppelachse ist verschiebbar und trägt die Gegen-

Digitized by Google

kurbel zum Antrieb der Schwinge; die vierte Kuppelachse ist fest gelagert und die hintere Laufachse beiderseits im Bogen verschiebbar. Der Kessel besteht aus dem Langkessel mit zwei Schüssen und dem vorn keilförmig ausgebildeten Stehkessel, der zwischen den Rädern der hinteren Kuppelachse bis auf den Rahmen herunterreicht. Die beiden seitlichen Zylinder sind wagrecht, der mittlere ist geneigt angeordnet. Für die Zylinder, die einen Durchmesser von 520 mm und einen Hub von 660 mm haben, ist eine Heusinger-Steuerung mit je einem eigenen Kolbenschieber vorgesehen. Die Lokomotive ist mit Knorr-Bremse versehen, die einseitig von vorn auf alle vier Kuppelachsen wirkt. Der Speisewasservorwärmer liegt zwischen den beiden hinteren Kuppelachsen quer auf dem Rahmen.

Die Lokomotive ist imstande, in dem Bereich von 45 bis 100 km/h Zylinderleistungen bis zu 2000 PS$_i$ ohne Schwierigkeiten einzuhalten. Bei den Probefahrten wurden Geschwindigkeiten bis zu 128 km/h erreicht. Die Lokomotive ist bereits eingehend beschrieben in »Glasers Annalen«, Jahrgang 1922, S. 137 bis 145 und S. 153 bis 158.

Die von der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe ausgestellte P 10 Lokomotive weicht von der Kruppschen Lokomotive in der Steuerung insoferne ab, als bei der letzteren, gleich wie bei allen bisher gebauten P 10-Lokomotiven die drei Schwingen in den Gabeln einer gemeinsamen und gleichachsig angeordneten Steuerwelle gelagert sind (Abb. 14). Diese Bauart hat gegenüber der sonst üblichen Ausführung mit besonders gelagerter Steuerwelle und Hängeeisen den Vorteil, dafs mehrere Lagerstellen und Hebel fortfallen; sie ergibt insbesondere bei beschränkten Raumverhältnissen einen einfachen und übersichtlichen Aufbau der Steuerungsteile. Es hat sich nun im Betrieb herausgestellt, dafs bei hohen Geschwindigkeiten und ausgelegter Steuerung, d. h. bei geschlossenem Regler, die einsatzgehärteten, flufseisernen Schwingensteine zu fressen anfangen. Der Grund hierfür liegt in den zu hohen Flächendrücken des Schwingensteines, dem verhältnismäfsig grofsen Steinspringen bei ausgelegter Steuerung und der bei der hohen Geschwindigkeit bereits beträchtlichen Hubzahl der Schwinge. Aus diesem Grunde wurde bei der P 10-Lokomotive der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe der Steuerungsentwurf mit besonders gelagerter Steuerwelle und durch Hängeeisen getragenen Schieberschubstangen ausgeführt und zwar unter Verwendung der gleichen Schwingen mit einsatzgehärteten, flufseisernen Steinen (Abb. 15). (Siehe auch Organ 1924, S. 386: »Hängeeisen oder Kuhnsche Schleife«.) Eine Neuerung ist die Anbringung von Windleitblechen seitlich neben der Rauchkammer. Die Windleitbleche sollen den Rauch nach oben ablenken, so dafs die Aussicht für den Führer durch den Rauch nicht behindert ist.

Von Güterzuglokomotiven mit Schlepptender war auf der Deutschen Verkehrsausstellung nur eine Bauart zu sehen; es war dies eine, dem Betrieb entzogene G 8^1-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (D-h 2). Die Lokomotive ist nachträglich mit der von der Firma Arn. Jung, Lokomotivfabrik, G. m. b. G., Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg gebauten Vorwärmereinrichtung (Bauart Werle) ausgerüstet worden. Ursprünglich war diese Lokomotive mit dem Abdampfvorwärmer und dem Schlammabscheider der preufsischen Regelbauart ausgerüstet. Bei dieser Einrichtung wird das Speisewasser im Vorwärmer vom Abdampf auf 90° bis 100° C erwärmt, so dafs sich etwa 10 bis 15 v. H. Kohlenersparnis ergeben. In dem, nach Verlassen des Vorwärmers zu durchströmenden Schlammabscheider wird das Speisewasser durch Frischdampf weiter so hoch erwärmt, dafs sich die Kesselsteinbildner im Schlammabscheider, also aufserhalb des Langkessels und der Feuerbüchse ausscheiden. Sie müssen von Zeit zu Zeit nach Abnahme der hierfür vorgesehenen Kesselhaube aus dem Schlammabscheider herausgebrochen werden. Durch den nachträglich eingebauten Abgasvorwärmer mit Spülschalter (Bauart Werle) wird bezweckt, dafs die zum Ausscheiden der Kesselsteinbildner erforderliche Speisewassertemperatur schon in den Vorwärmerrohren erreicht wird, dafs die abgeschiedenen Teile durch häufiges und kräftiges Ausspülen im Gegenstrom zur Speiserichtung, bevor sie sich festsetzen, täglich ausgeschieden werden können. Nach Angabe der Lokomotivfabrik Arn. Jung kann dadurch die Kohlenersparnis auf über 20 v. H. erhöht werden. — Der Abgasvorwärmer ist in der Rauchkammer so angeordnet, dafs er die Reinigung der Heiz- und Rauchrohre nicht behindert und ist so ausgebildet, dafs die Feueranfachung durch ihn nicht beeinträchtigt wird. Das ganze Rohrbündel ist derart unterteilt, dafs sich die einzelnen Rohrreihen bei verschiedenen Temperaturen unabhängig voneinander ausdehnen und dafs sie zu gründlicher Reinigung oder Ausbesserung auch einzeln ausgewechselt werden

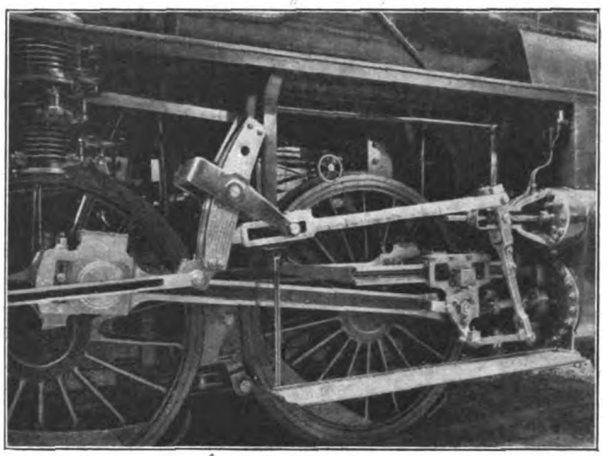


Abb. 14. Steuerungsanordnung bei der P 10 Lokomotive von Krupp.

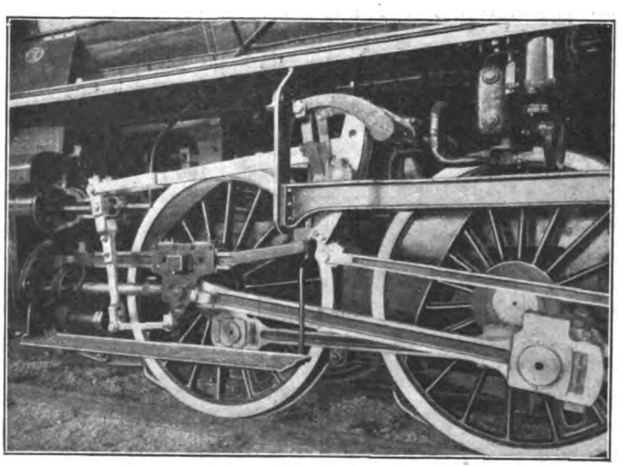


Abb. 15. Steuerungsanordnung bei der P 10 Lokomotive der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe.

können. Der halbselbsttätige Spülschalter bezweckt, die Wasserströmung in den Vorwärmern zum Ausspülen der Rohre in bequemer Weise umzukehren und das Spülwasser ins Freie zu leiten oder die ganze Vorwärmereinrichtung auszuschalten. Er kann vom Führerstand aus — auch während der Fahrt — durch Betätigen eines einfachen Hahnzuges nach Belieben aus der Betriebsstellung in die Spülstellung oder umgekehrt gebracht werden.

b) Tenderlokomotiven.

Die gröfste und schwerste Tenderlokomotive wurde auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 von der Lokomotivfabrik J. A. Maffei, München zur Schau gestellt. Es ist dies eine achtfach gekuppelte Gelenklokomotive, Gattung Gt 2 × 4/4 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Nr. 1 der Zusammenstellung II und Abb. 16).

Digitized by Google

Zusammenstellung II.

	Vollspurdampflokomotiven ohne Schlepptender (Tenderlokomotiven)											
	Reibungslokomotiven							Zahnradlokomotiven				
Erbauer	Maffei	Humboldt	Krauss & Co.			AEG	Jung	Krauss & Co.		Esslingen		Österr. B.-B.
	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10
Lokomotivbezeichnung	Gt 2 × 4/4	5/5	Pt 3/6	Gt L 4/4	V 3/4	1 C (3/4)	B (2/2) 250 PS	Ptz L 3/4		E + 1 Z (5/5)		F (6/6)
Kesseldurchmesser aufsen, gröfster mm	1800	1660	1452	1184	1224	1450	1178	1342		1478		1632
Kesselmitte über SO „	2950	2700	2850	2200	2750	2700	2100	2400		2600		2800
Rohrlänge „	5075	4500	4000	3500	3500	3500	2900	3800		4300		4850
Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen) „	2 × 4500	2850	3600	2830	3000	3600	2500	2330		3200		3300
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12200	5700	9150	3900	5300	6000	2500	5320		5780		6800
Achsdruck der 1. Achse	16,65	16,0	15,5	11,2	11,0	9,5	15,5	15,6		15,6		14,7
„ „ 2. „	16,65	16,0	16,0	11,3	12,0	15,7	15,7	15,9		15,6		14,74
„ „ 3. „	16,65	16,0	16,0	12,0	12,0	15,7		15,65		15,6		14,64
„ „ 4. „	16,65	16,0	16,0	12,0	12,0	15,7	—	13,35		15,5		14,67
„ „ 5. „	16,65	16,0	15,25	—	—	—	—	—		15,6		14,61
„ „ 6. „	16,65	—	15,25	—	—	—	—	—		—		14,60
„ „ 7. „	16,65	—	—	—	—	—	—	—		—		—
„ „ 8. „	16,65	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Vorrat an Wasser m^3	12,5	9,0	14,0	5,4	6,0	6,0	3,7	4,1		7,0		7,0
„ „ Brennstoff t	4,5	3,5 cbm	4,5	1,5	1,2	1,8	1,4 cbm	1,9		3,0		3,5 cbm
Zylinderdurchmesser d. H. mm	2 × 600	2 × 600	2 × 530	2 × 460	2 × 430	2 × 480	2 × 380	2 × 480†)		2 × 560†)		2 × 570†)
„ „ d. N. „	2 × 800	—	—	—	—	—	—	2 × 480		2 × 560		2 × 420
Verbundverhältnis	1,8	—	—	—	—	—	—	2,1		2,43	—	—
Kolbenhub s	640	600	560	508	550	630	500	508		560	520	450
Triebraddurchmesser D mm	1216	1200	1500	1006	1200	1350	980	1006		1150	1030	Zahnraddurchm. 688
Kesselüberdruck p at	15	13	13	12	12	12	12	13		14		13
Rostfläche R m^2	4,25	2,97	2,34	1,34	1,4	1,86	1,15	2,0		2,5		3,3
Heizfläche der Feuerbüchse Hb „	14,65	12,0	10,32	5,85	6,5	7,95	5,02	7,5		12,6		11,5
„ „ Rohre Hr. „	185,78	178,7	100,62	55,56	51,9	78,3	60,1	73,56		104,5		184,15
Gesamte Heizfläche fH „	200,43	190,7	110,94	61,41	58,4	86,25	65,12	81,06		117,1		195,65
Überhitzerheizfläche Hü „	65,37	—	35,0	18,36	21,6	31,7	—	25,4		42,3		—
Leergewicht Gl t	104,3	61	70,0	36,5	37,2	45,0	23,8	50,5		62,25		71,6
Dienstgewicht Gd t	133,2	80	94,0	46,5	47,0	57,0	31,2	60,5		77,89		87,96
Reibungsgewicht Gr t	133,2	80	48	46,5	36,0	46,8	31,2	47		77,89		87,96
Gröfste Geschwindigkeit Vgr km/h	50	40	90	40	40	60	35	45	10	50	10 u. 20	30	15
fH/R	47,2	64,2	47,4	45,7	41,7	46,37	56,6	40,5		46,84		59,3
Hü/fH	1/3,07	—	1/3,17	1/3,34	1/2,7	1/2,72	—	1/3,18		1/2,76		—
Zugkraftkonstante Cl	3370	1800	1050	1070	850	1075	735	1160	2440	1530	3720	1640	1160
Zugkraft Zi*) kg	20200	11700	6830	6420	5100	6450	4410	7550	12700††)	10710	20800††)	10700	18200††)
Zi/Gr kg/kg	1/6,58	1/6,82	1/7,05	1/7,25	1/7,05	1/7,25	1/7,08	1/6,2	—	1/7,25	—	1/8,2	—
J**) l	644	340	247	168	160	228	113	182,0	382	275	670	265	187 Z. + 265 A 452
J/fH	3,21	1,78	2,22	2,75	2,74	2,64	1,74	2,24	4,70	2,35	5,73	1,35	2,3
J/R	1,53	114	105,4	125,0	114	122,5	98,5	91,0	191	110	268	80,4	137

*) $Zi = p_m \times Cl$, worin $p_m = 0{,}4\,p$ bei Verbundlokomotiven.
$= 0{,}5\,p$ bei Lokomotiven mit einfacher Expansion.

**) J = Gesamtinhalt aller Auspuffzylinder.

†) Bei Doppelangaben bezieht sich die erste Zahl auf die Maschinen für den Reibungsbetrieb, die zweite auf den vereinigten Zahnrad- und Reibungsbetrieb.

††) Gesamtzugkraft.

Digitized by Google

Derartige Vierzylinder-Verbund-Heifsdampf-Tenderlokomotiven wurden von den Kgl. Bayerischen Staatsbahnen erstmals im Jahre 1913 beschafft. Am vorderen Rahmen, der mit dem hinteren Rahmen gelenkig drehbar verbunden ist, sind die Niederdruckzylinder; der hintere Rahmen trägt den Kessel und die Hochdruckzylinder. Ein Teil des Kesselgewichtes wird auf den Vorderrahmen übertragen. Die Lokomotive ist in ihrer Anfangsbauart eingehend beschrieben in der Zeitschrift: »Die Lokomotive« 1914, S. 123, sowie in der Z. d. V. D. I. 1914, S. 398 und in Glasers Annalen 1914, S. 123. — Um den inzwischen erheblich gestiegenen Verkehrsbedürfnissen genügen zu können, mufste an den Umbau der Lokomotiven herangegangen werden. Der Betrieb stellte die Forderung 1200 t mit einer Geschwindigkeit von 16 bis 17 km/h über Steilrampen von 1:40 mit einem durchschnittlichen Streckenwiderstand von 27 kg je t Wagengewicht zu befördern. Diese Leistung soll mit zwei Lokomotiven, wovon die eine als Zuglokomotive an der Spitze des Zuges und die zweite als Schublokomotive am Ende des Zuges verwendet werden, erreicht werden. Der Umbau umfafste im wesentlichen folgende Teile: der Durchmesser der Hochdruckzylinder wurde von 520 mm auf 600 mm vergröfsert. Ebenso wurden Dampfregler und Einströmrohre entsprechend vergröfsert. Die Abmessungen des Blasrohres und des Schornsteins wurden dem erhöhten Dampfverbrauch angepafst. Um eine Heifsdampftemperatur von 350° C zu erhalten, wurde die Anzahl der Rauchrohre und Überhitzerschlangen erhöht. Die Lokomotive wurde mit einem Speisewasservorwärmer ausgerüstet, der quer in der Rauchkammer vor dem Schornstein angeordnet ist. Aufserdem ist die Lokomotive mit Luftgegendruckbremse ausgestattet worden, damit bei Talfahrt auch die hintere Lokomotive zur Abbremsung des Zuges herangezogen werden kann, ohne die Luftdruckbremse selbst in Tätigkeit setzen zu müssen. Die starke Abnützung der Radreifen und Bremsklötze wird auf diese Weise vermieden. Zur Erhöhung der Reibungsziffer sind sieben Achsen mit nach beiden Fahrtrichtungen wirkenden Luftsandstreuern ausgerüstet worden. Zu erwähnen bleibt noch der Einbau eines Spindelrostes mit Kippantrieb und eine bereits früher eingebaute Druckluftumsteuerung. Die Lokomotive hat nach dem Umbau ein Reibungsgewicht von 133,2 t, das sich fast gleichmäfsig auf alle acht Achsen verteilt.

Die Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk hatte eine 5/5 gekuppelte Nafsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der Köln-Frechener-Betriebseisenbahn zur Ausstellung gebracht (Nr. 2 der Zusammenstellung II und Abb. 17). Diese Lokomotive ist bestimmt zur Beförderung von Rohbraunkohle und Briketts von den in der Nähe der Stadt liegenden Braunkohlengruben nach dem neuen Hafen Köln-Niehl. Die etwa 20 km lange Strecke besitzt Steigungen bis zu 1:60 nebst zahlreichen Krümmungen. Die Lokomotive hat innen liegenden Blechrahmen. Die erste und fünfte Achse haben eine Verschiebbarkeit von 15 mm nach jeder Seite, wodurch ein anstandsloses Befahren von Krümmungen bis zu 140 m herab ermöglicht wird. Sämtliche Federn liegen unten; die vier vorderen und die vier hinteren sind mit Ausgleichhebeln verbunden. Der Kessel normaler Bauart ist mit Feuergewölbe und mit Kipprost der Bauart »Titan« ausgerüstet. Der Dampfdom enthält einen Ventilregler der Bauart Schmidt & Wagner und einen Wasserabscheider. Zur Speisung des Kessels ist links ein Abdampfinjektor und rechts ein gewöhnlicher Injektor mit den zur Betätigung erforderlichen Ventilen vorhanden. Die Zylinder sind aufserhalb des Rahmens angeordnet und haben Kolbenschieber mit Luftsaugeventilen an den Schieberkästen und Sicherheitsventilen an den Zylinderdeckeln. Zur Schmierung der Kolben und Schieber dient eine Schmierpumpe mit sechs Ausläufen der Bauart »De Limon, Fluhme & Co.« Der Wasservorra ist in einem zwischen dem Rahmen liegenden Wasserkasten und in zwei oberen seitlich des Kessels liegenden Kästen untergebracht. Die oberen Wasserkästen sind kurz gebaut und im vorderen Teil abgeschrägt, um möglichst freie Aussicht vom Führerhaus auf die Strecke zu erhalten. Die Lokomotive ist mit Luftdruckbremse

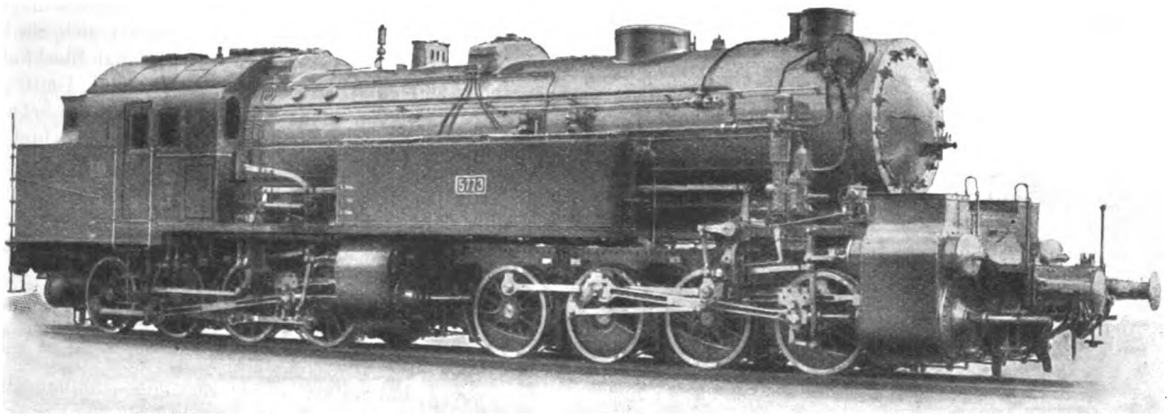


Abb. 16. Gt 2 × 4/4 Mallet-Lokomotive von J. A. Maffei, München*).

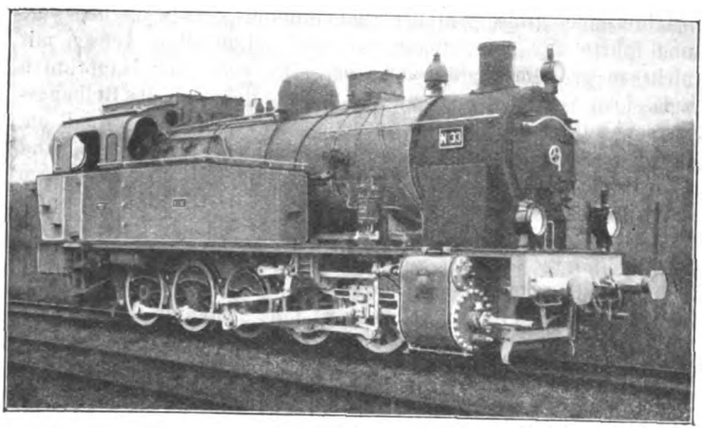


Abb. 17. 5/5 gekuppelte Nafsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der Maschinenbauanstalt Humboldt.

*) Ältere Ausführungsform Organ 1925, S. 179.

Digitized by Google

Knorr und einer Handspindelbremse ausgerüstet, die auf sämtliche Räder wirken. Zur Erhöhung der Reibung zwischen Rad und Schiene sind Druckluftsandstreuer Bauart Knorr vorhanden. Zur Signalgebung dient eine Dampfpfeife und ein Dampfläutewerk Bauart Latowsky.

Die Lokomotivfabrik Krauss & Co., München hatte die Verkehrsausstellung mit drei Vollspurtenderlokomotiven beschickt: einer 3/6 gekuppelten Personenzuglokomotive, einer 4/4 gekuppelten Güterzugtenderlokomotive und einer 3/4 gekuppelten Nebenbahntenderlokomotive.

Die 1 C 2-Heifsdampf-Tenderlokomotive, Gattung Pt 3/6 (Bayern) (Nr. 3 der Zusammenstellung II und Abb. 18) ist aus den Bedürfnissen des Betriebes auf dem zum Teil recht engmaschigen pfälzischen Bahnnetz entstanden. Die Eigenart dieses

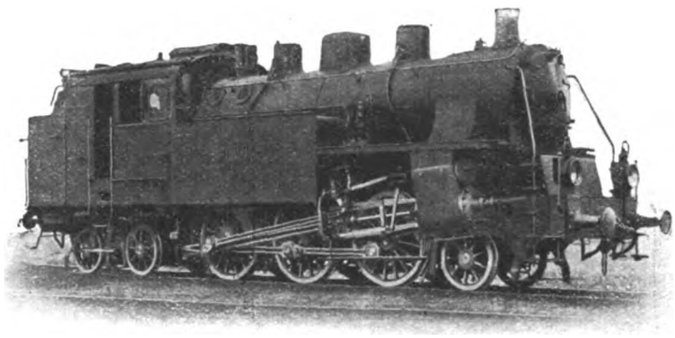


Abb. 18. Pt 3/6 Tenderlokomotive von Krauss & Co., München.

Betriebes verweist auf eine in beiden Fahrtrichtungen für alle Arten von Zügen verwendbare Lokomotive. Durch die häufig vorkommende Änderung der Fahrtrichtung an Anschlufsstationen war eine Tenderlokomotive bedingt, die kein Drehen erfordert. Auch lag das Bedürfnis vor, Schnellzüge und schwere Personenzüge auf durchlaufenden Strecken bis zu 130 km Länge ohne Erneuerung der Vorräte zu befördern. Dies führte zu den für eine Tenderlokomotive aufsergewöhnlich grofs bemessenen Vorratsräumen für Speisewasser und Kohlen. Das häufige Anhalten machte eine grofse Anfahrbeschleunigung sehr wünschenswert und führte zur Anwendung von drei gekuppelten Achsen mit nicht zu grofsem Raddurchmesser. Bei einer für Hauptlinien zulässigen Achsbelastung von 16 t konnte demnach das Reibungsgewicht auf 48 t bemessen werden. Die Lokomotive erhielt am hinteren Ende ein gewöhnliches zweiachsiges Drehgestell und am vorderen Ende eine Laufachse, die mit der mittleren Kuppelachse zu einem Krauss-Helmholtz-Drehgestell vereinigt wurde. Die vordere Kuppelachse ist fest gelagert; Triebachse ist die hintere der drei gekuppelten Achsen. Um die Zylinder nicht in allzu grofse Entfernung von letzterer zu bringen, sind sie über die Laufräder gelegt, was eine Neigung ihrer Mittellinie von 1 : 10,5 bedingte. Da die Treib- und vordere Kuppelachse die einzigen festen Achsen sind, beträgt der feste Radstand 3,6 m bei einem Gesamtradstand von 9,15 m. Die beiden Hauptrahmenbleche stehen ungewöhnlich eng beieinander, die lichte Weite beträgt nur 1040 mm; die Achshalter sind aufsen statt innen angebracht, die Federaufhängung der gekuppelten Achsen konnte daher in sehr übersichtlicher und zugänglicher Weise zwischen Rahmen und Rädern untergebracht werden; auch wurde der ganze Raum zwischen den Rahmenblechen frei für einen zusammenhängenden geräumigen Kasten zur Aufnahme eines Teils des Speisewassers. Der übrige Teil des Speisewassers befindet sich in einem grofsen hinteren Kasten, der den Boden des Kohlenraumes bildet, sowie in zwei seitlichen an die Führerstandsvorderwand anschliefsenden Kästen. Die Aufhängung der Tragfedern ist so durchgebildet, dafs sowohl die vier vorderen als auch die zwei hinteren Achsen den Rahmen theoretisch in je zwei seitlichen Punkten unterstützen. Der Kessel ist so hoch gelegt, dafs die Feuerbüchse ganz über den Rahmen gestellt werden konnte. Die Rostbreite beträgt 1066 mm. Der Kessel ist mit Schmidtschem Grofsrohrüberhitzer, Ventilregler, Hochhubsicherheitsventilen, Friedmann-Dampfstrahlpumpen und einem Kipprost versehen. Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber mit doppelten gefederten Dichtungsringen und dazwischen liegenden Tragringen. Die Zylinder sind mit durch Luft gesteuerten Absperrventilen für die Druckausgleichkanäle beim Leerlauf sowie mit Sicherheitsventilen zur Verhütung von Wasserschlägen ausgerüstet. Auf der Überhitzerkammer befindet sich ein Luftsaugeventil. Die Steuerung nach Heusinger hat Blockkulisse, eine Spannfeder für den Gewichtsausgleich und Umsteuerspindel. Die Lokomotive wird durch die Westinghouse-Schnellbremse, die auf die drei gekuppelten Achsen und die hinteren Laufachsen wirkt, gebremst. Die Wurfhebelhandbremse wirkt nur auf die gekuppelten Räder. Die Lokomotive hat ferner zwei Sandkästen für Handbetrieb, Schmierpressen Bauart Friedmann, Geschwindigkeitsmesser und Einrichtung zur Dampfheizung des Zuges.

Die zweite von der Lokomotivfabrik Krauss & Co., München zur Ausstellung gebrachte Lokomotive ist eine D-Heifsdampf-Tenderlokomotive. Gattung Gt L 4/4 (Bayern) für Lokalbahnen (Nr. 4 der Zusammenstellung II*).

Von den vier gekuppelten Achsen der Lokomotive sind die erste und dritte Achse im Rahmen fest gelagert, während die zweite und vierte Achse für einen zwanglosen Lauf in Krümmungen bis herab zu 120 m Halbmesser nach Bauart Gölsdorf seitlich verschiebbar angeordnet sind. Der aus Blechen zusammengebaute Rahmen wird von acht unter den Achsen hängenden Federn getragen, wovon jeweils die der beiden vorderen und der beiden hinteren Achsen durch Hebel miteinander verbunden sind. Die beiden Federn der vorderen Achsen sind aufserdem noch durch einen Querhebel ausgeglichen, so dafs die Lokomotive theoretisch auf drei Punkten ruht. Der Kessel ist von normaler Bauart. Er besitzt einen Grofsrohrüberhitzer, Bauart Schmidt, Ventilregler, Pop-Sicherheitsventile, Friedmann-Dampfstrahlpumpe und einen Titanrost mit aufkippbarem mittlerem Rostteil. Die Dampfzylinder haben Kolbenschieber, Heifsdampfstopfbüchsen, Sicherheitsventile und für Fahrten auf Gefällstrecken Druckausgleichhähne, die sich vom Führerhaus aus betätigen lassen. Aufserdem ist ein auf dem Überhitzerkasten sitzendes Luftsaugeventil vorhanden. Die Schmierung der Zylinder wird durch eine Presse vom Führerhaus aus bewerkstelligt. Das Triebwerk besitzt einschienigen Kreuzkopf, die Trieb- und Kuppelstangen haben nachstellbare Lagerschalen, die Steuerung nach Heusinger hat gradlinige Blockkulisse mit auswechselbaren Gleitsohlen und eine Umsteuerung mittels Hebel. Das Speisewasser ist in zwei seitlich des Langkessels gelegenen Kästen untergebracht; zur Aufnahme der Kohlen dient ein hinter dem Führerhaus liegender Behälter mit Füllaufsatz. Die Lokomotive ist ferner ausgerüstet mit der Westinghouse-Luftdruckbremse, die mit einer Wurfhebelbremse verbunden ist, einem Geschwindigkeitsmesser, einem Prefsluftläutewerk und einer Dampfheizungseinrichtung.

Die dritte von der Lokomotivfabrik Krauss & Co., München ausgestellte Lokomotive ist eine 1 C-Heifsdampf-Tenderlokomotive (Nr. 5 der Zusammenstellung II). Die aus den Bedürfnissen des Kleinbahnverkehrs entstandene Lokomotive ist für die Beförderung von Personen- und gemischten Zügen bestimmt. Der Raddurchmesser von 1200 mm gewährleistet ein schnelles Anziehen der Lokomotive. Als Treibachse ist die hinterste Achse gewählt. Die mittlere Achse ist, um eine gute Führung der Lokomotive in den Krümmungen zu sichern, um 22 mm seitenverschieblich.

*) Abbildung siehe Organ 1925, S. 180.

Digitized by Google

Die vorn befindliche Laufachse ist in einem Bisselgestell untergebracht, das anstandsloses Durchfahren von Krümmungen bis herab zu 140 m Halbmesser ermöglicht. Der aus Blechen zusammengebaute Rahmen wird von sechs unter den Achsen hängenden und zwei über der Bisselachse angeordneten Federn getragen; diejenigen der beiden hinteren Achsen sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden. Der Kessel und die Dampfzylinder haben im wesentlichen dieselbe Ausstattung wie die zuletzt besprochene Krausssche Gt L 4/4 Lokomotive, jedoch ist der Kessel noch mit einem Speisewasserreiniger versehen. Die Schmierung der Zylinder und Schieber geschieht durch eine Schmierpumpe, Patent Michalk. Ein Dampfläutewerk Latowsky vervollständigt die Ausrüstung.

Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin hatte eine für die Reinickendorf-Liebenwalde-Grofs-schönebecker Eisenbahn A.-G. gebaute 1 C - Heifsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive zur Ausstellung gebracht (Nr. 6 der Zusammenstellung II und Abb. 19).

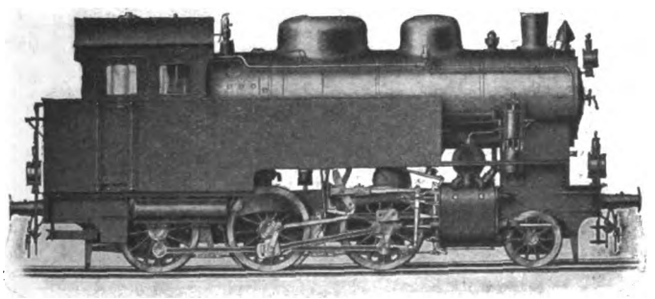


Abb. 19. 3/4 gek. Tenderlokomotive der A. E. G.

Der feste Radstand der Lokomotive beträgt 3600 mm bei einem Gesamtradstand von 6000 mm. Die vordere als Adamsachse ausgebildete Laufachse hat ein Spiel von 50 mm nach jeder Seite, während die Treib- und Kuppelachsen im Rahmen fest gelagert sind. Durch diese Anordnung ist die Lokomotive imstande, Krümmungen bis herab zu 180 m Halbmesser zwanglos zu durchlaufen. Der Kessel besteht aus zwei Schüssen und dem Stehkessel mit gewölbter Decke. Aufser dem Reglerdom, in dem ein entlasteter Ventilregler eingebaut ist, befindet sich auf dem Langkessel noch ein Speisedom zur Aufnahme des Speisewasserreinigers. Unter dem Langkessel ist der Schlammabscheider angeordnet. Im übrigen ist der Kessel mit allen vorgeschriebenen Ausrüstungsteilen versehen. Der aus 22 mm starken Blechen gebildete Rahmen liegt zwischen den Rädern. Über den Achslagerausschnitten ist er durch geschlossene Achslagerführungen aus Stahlguſs verstärkt. Die Wasserkästen liegen seitlich des Kessels, während der Kohlenkasten an der Rückwand des Führerhauses angeordnet ist. Die Zylinder wirken auf die als Treibachse ausgebildete zweite Kuppelachse. Sie sind mit Druckausgleicher, Bauart Winterthur ausgerüstet und haben normale Kolbenschieber von 220 mm Durchmesser. Die Steuerung ist nach Bauart Heusinger ausgeführt. Auf dem Überhitzerkasten ist ein selbsttätiges Luftsaugeventil angebracht. Die Lokomotive ist mit einer Handbremse versehen, deren Bremsklötze einseitig von vorne auf Treib- und Kuppelräder wirken. Zum Bremsen des Zuges ist die Lokomotive mit einer Luftdruckbremse Bauart Knorr, sowie mit einem Körtingschen Doppelkammerluftsauger ausgerüstet, der die Vakuumbremse des Zuges betätigt.

Die Hanomag (Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Georg Egestorff, Hannover-Linden) hatte die Deutsche Verkehrsausstellung mit vier von ihr typisierten, regelspurigen Hanomag-Einheits-Tenderlokomotiven für Kleinbahn- und Werkbetriebe beschickt (Abb. 20). Es sind dies eine

2/2	gek. Tenderlok.,	Dienstgew.	36,5 t,	Kennwort:	Bochum
3/3	»	»	»	43,8 »	»	Crefeld
3/3	»	»	»	48,0 »	»	Coburg
4/4	»	»	»	56,3 »	»	Dresden.

Die Hanomag hatte sich beim Bau der Einheitslokomotiven eine zweifache Aufgabe gestellt: neben Erreichung hoher Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit sollte die Typisierung in denkbar gröfstem Mafse zur Durchführung kommen. Diese Aufgaben wurden in mehrjähriger Entwurfarbeit von einem eigens errichteten Sonderbüro der Hanomag gelöst. Die Zahl der Ersatzteile konnte auf einen Kleinstwert herabgedrückt werden. So sind von den ausgestellten 4 normalspurigen Typen von 250 bis 550 PS Leistung rund 70 % aller Teile gleich und auswechselbar. In Abb. 20 sind zwei Typisierungsgruppen dargestellt; nämlich regelspurige Kleinbahn- und Werklokomotiven in normaler Bauhöhe und Hüttenlokomotiven in gedrängter Bauart. Die Lokomotiven haben Blech-Wasserkasten-Rahmen und führen aufserdem Wasservorräte in seitlichen Kästen mit. Reichliche Rostflächen ermöglichen auch die Verfeuerung von Braunkohlen. Sämtliche Lokomotiven haben Kolbenschieber und können auf Wunsch mit einem Überhitzer ausgerüstet werden.

Die Firma Arn. Jung, Lokomotivfabrik, G. m. b. H., Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg (Rheinland) hatte eine 2/2 gekuppelte Tenderlokomotive mit Vorwärmereinrichtung Bauart Werle, ausgestellt (Nr. 7 der Zusammenstellung II und Abb. 21). Die Lokomotive hat innenliegenden, als Wasserkasten ausgebildeten Blechrahmen und aufsenliegende Zylinder mit Heusinger-Steuerung. Die Kohlenbehälter sind seitlich des Kessels angeordnet. Der mit 12 at Überdruck arbeitende Kessel hat normale Bauart. Im Dom ist ein Wasserabscheider, Bauart Jung, untergebracht. Gufseiserne Flachschieber dienen der Dampfverteilung. Rauchkammerspritze, Aschkastenspritze und Kohlennäfsvorrichtung sind in einem Vierweghahn nebst einem Doppelrückschlagventil, Bauart Dilling, am Führerstand vereinigt. Das in erster Linie bemerkenswerte an dieser Lokomotive für den Verschiebedienst ist die Vorwärmereinrichtung. Sie besteht aus dem zweistufigen Rauchkammervorwärmer, aus dem Spülschalter und den gesteuerten Fahrpumpen. Das Zusammenwirken der Vorwärmerteile ist bereis unter A 1a bei Besprechung der ausgestellten G 8¹-Lokomotive geschildert worden. Der Spülschalter ist an das auf der linken Maschinenseite sitzende Speiseventil angeschlossen. Die rechts und links unter dem Führerhaus angeordneten zwei Fahrpumpen erhalten ihren Antrieb mittels Übersetzungshebeln von den grofsen Treibstangenköpfen aus. Jede Fahrpumpe besitzt einen besonderen Steuerkolben, auf welchen der veränderliche Hub der Schieberschubstange durch einen am Hängeeisen angelenkten Übersetzungshebel übertragen wird. Die Förderleistung der Pumpen wird dadurch so beeinflufst, dafs jeweils eine dem Dampfverbrauch entsprechende Speisewassermenge dem Kessel zugeführt wird. Abgesehen von der erzielten Verbesserung des Wärmewirkungsgrades infolge Ausnützung der in den Rauchgasen noch enthaltenen Wärmemengen liegt ein weiterer Vorteil dieser patentierten Vorwärmereinrichtung also darin, dafs sich die Kesselspeisung dauernd selbsttätig der Kesselbelastung anpafst.

Vollspurdampflokomotiven sind auch die drei ausgestellten **Zahnrad-Tenderlokomotiven.** Es sind dies die Zahnradlokomotiven der Lokomotivfabrik Krauss & Co., München, der Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen und der Östereichischen Bundesbahnen.

Die von der Lokomotiv-Fabrik Krauss & Co., München ausgestellte Zahnradlokomotive ist eine C 1-Heifsdampf-Tenderlokomotive, Gattung Ptz L 3/4 Bayern (Nr. 8 der Zusammenstellung II und Abb. 22). Die Lokomotive ist für den Betrieb gemischter Reibungs- und Zahnstangenstrecken gebaut. Sie hat

Digitized by Google

vier Zylinder, die beiden unteren arbeiten auf das Reibungstriebwerk, die oberen auf das Zahnradtriebwerk. Zwischen ermöglicht, dafs jeder Zylinder für sich mit unmittelbarem Auspuff in das Blasrohr arbeitet (Zwillingswirkung), in der

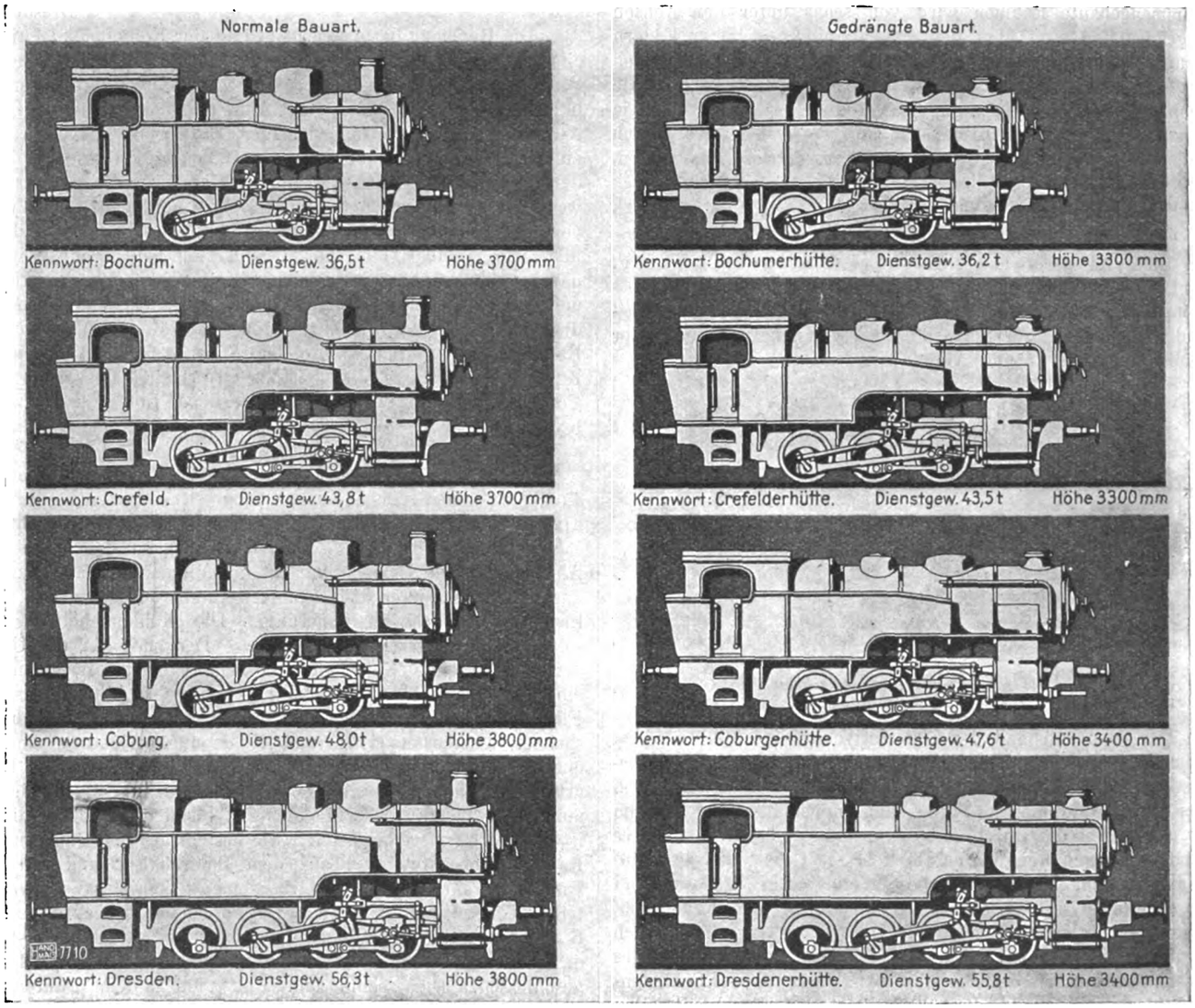


Abb. 20. Typisierte Tenderlokomotiven der Hanomag.

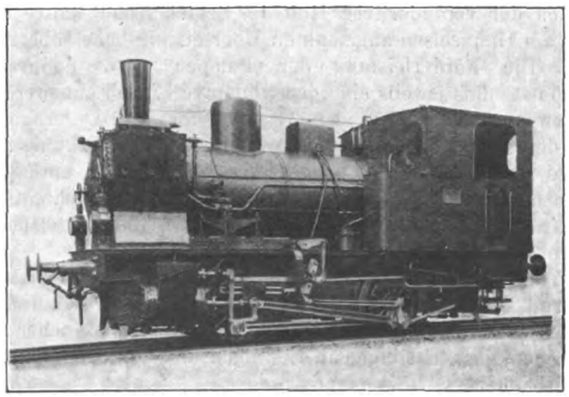


Abb. 21. 2/2 gekuppelte Tenderlokomotive von Arn. Jung, Lokomotivfabrik Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg.

dem oberen und unteren Zylinder jeder Maschinenseite ist ein Drehschieber eingeschaltet, der in der einen Stellung

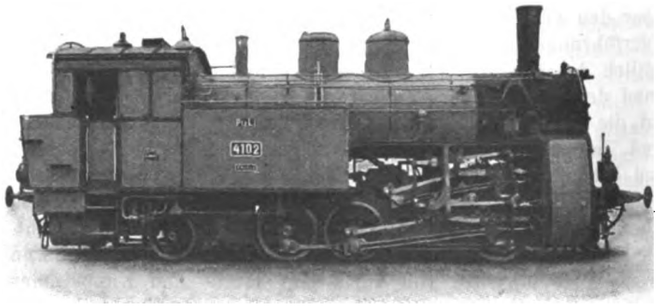


Abb. 22. Ptz L 3/4 Zahnrad-Tenderlokomotive von Krauss & Co.

anderen Stellung jedoch sperrt er den unteren Zylinder vom Blasrohr ab und leitet dessen Abdampf in den Schieberkasten des oberen Zylinders, so dafs die beiden Zylinder hintereinander geschaltet sind (Verbundwirkung). Da das Zahnradtriebwerk gegenüber dem Reibungstriebwerk im Verhältnis von 2,1 : 1 arbeitet, die Kolbengeschwindigkeit der Zahnradzylinder folglich

Digitized by Google

2,1 mal gröfser ist, als die der Adhäsionszylinder, ergibt sich bei gleichem Durchmesser und Hub aller vier Zylinder ein Verbundverhältnis von 1 : 2,1. Auf Strecken ohne Zahnstange arbeitet das untere Triebwerk allein mit Zwillingswirkung, während das obere ganz still steht. Ein Alleinarbeiten des oberen Triebwerkes mit Zwillingswirkung hat regelmäfsig nur bei der Einfahrt in die Zahnstange, bzw. bei der Ausfahrt aus derselben stattzufinden, da es sich hierbei zur Vermeidung stärkerer Stöfse empfiehlt, die Zahnräder in langsamen Leerlauf zu versetzen. Bei der Bergfahrt auf der Zahnstange arbeiten beide Triebwerke stets mit Verbundwirkung, wobei die unteren Zylinder die Hochdruckgruppe, die oberen Zahnradzylinder die Niederdruckgruppe bilden. Das Zahnradtriebwerk ist in dem Raum zwischen der ersten und zweiten Achse eingebaut. Es stützt sich mittels zweier Längsträger unmittelbar auf diese Achsen. Zur Aufnahme der beträchtlichen Zahndrücke sind zwei Zahnräder vorgesehen. Von den drei gekuppelten Achsen der Lokomotive sind die beiden vorderen Achsen im Rahmen fest gelagert, während die dritte Achse seitlich verschiebbar angeordnet und mit der hinteren Laufachse zu einem Krauss-Helmholtz-Drehgestell vereinigt ist. Von den acht im Rahmen liegenden Längsfedern sind die der beiden vorderen und der beiden hinteren Achsen durch Längshebel ausgeglichen, so dafs eine Unterstützung des Fahrzeuges in vier Punkten stattfindet. Der Kessel ist so hoch gelegt, dafs die Feuerbüchse über den Rahmen gestellt und seitlich verbreitert werden konnte. Die Feuerbüchse ist schräg nach hinten in die Höhe gezogen, damit beim Fahren auf der Zahnradstrecke der Dampfraum über der Büchse gröfser wird; auch war es dadurch möglich, den zweiten Wasserstandsanzeiger, der zum Fahren auf der Steigung dient, an der Kesselrückwand bequem zu Händen des Heizers anzuordnen. Der Kessel ist mit Schmidtschem-Grofsrohr-Überhitzer, Ventilregler, Luftventil auf dem Überhitzerkasten, Pop-Sicherheitsventilen und Friedmann-Dampfstrahlpumpen ausgerüstet. Die beiden Triebwerke haben einschienige Kreuzköpfe und nachstellbare Lagerschalen an den Trieb- und Kuppelstangen. Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber, die mit verschiedenen Überdeckungen und Voreilhebelübersetzungen derart ausgeführt sind, dafs bei den meist gebrauchten Steuerungslagen die Niederdruckzylinder um etwa 10% mehr Füllung erhalten, als die Hochdruckzylinder. Zur Regelung der Geschwindigkeit bei der Talfahrt dient in erster Linie eine Luftgegendruckbremse. Die übrigen Bremsmittel, nämlich eine gewöhnliche Handbremse, die in Verbindung mit einer Westinghouse-Bremse auf die gekuppelten Räder wirkt, sowie eine auf Bremsscheiben an den Zahnrädern wirkende Spindelbremse können zur Unterstützung der Bremswirkung der Luftgegendruckbremse gebraucht werden. Die Lokomotive hat ferner einen Geschwindigkeitsmesser, ein Prefsluftläutewerk und Dampfheizungseinrichtung. Sie hat im regelmäfsigen Dienst einen Wagenzug von 120 t auf Reibungsstrecken mit 25‰ Steigung und auf Zahnradstrecken mit 70‰ Steigung mit je 12 km/h zu befördern.

Die von der Maschinenfabrik Esslingen ausgestellt gewesene Heifsdampf - Vierzylinder - Verbund - Zahnradlokomotive E + 1-Z, Bauart Württemberg (Nr. 9 der Zusammenstellung II) ist schon auf der Seddiner-Ausstellung gezeigt und im Heft 11, Jahrgang 1924 dieser Zeitschrift sehr eingehend beschrieben worden.

Die von den Österreichischen Bundesbahnen ausgestellte Zahnradlokomotive, Serie 269 ist eine vereinigte Adhäsions- und Zahnradlokomotive, System Abt (Nr. 10 der Zusammenstellung II und Abb. 23).

Diese Lokomotivtype wurde für den Dienst auf der Strecke Eisenerz—Vordernberg entworfen. Sie hat zwei vollständig getrennte Dampfmaschinen für die Fahrt auf der Reibungs- und auf der Zahnstangenstrecke. Für die Reibungsmaschine sind sechs, für die Zahnradmaschine zwei gekuppelte Achsen vorhanden. Treibachse ist bei ersterer die vierte, bei letzterer die zweite Achse. Die zwei Antriebszahnräder mit ihren Achsen sind in einem inneren Rahmen gelagert, der von der dritten Kuppelachse und der Reibungstreibachse getragen wird. Die Zwillingsdampfzylinder für den Zahnradantrieb liegen innerhalb des Hauptrahmens. Die aufsen am Rahmen liegenden Zwillingsdampfzylinder für die Reibungsfahrt wirken in gewöhnlicher Weise auf die Treib- und Kuppelachsen der Lokomotive. Wegen der notwendigen Kurvenbeweglichkeit ist die erste und fünfte Achse um je 20 mm beiderseits verschiebbar. Die Kuppelstangen zwischen der fünften und sechsten Achse sind wegen des grofsen Seitenspiels mit Gelenkköpfen versehen, welche die Einstellung der Stangen in allen Richtungen möglich machen. Die Stangen sind wegen des Aufbringens auf die mit Zapfen versehenen Stangenlager der Länge nach geteilt und verschraubt. Die beiden Tragfedern der ersten Achse sind durch einen Querhebel miteinander verbunden. Beide Dampfzylinder haben vollständig getrennte Regler, Einströmleitungen und Steuerungen nach Heusinger. Die Schieber der Reibungsmaschine werden unmittelbar von der Steuerung, jene der Zahnradmaschine durch Vermittlung einer Übertragungswelle angetrieben. Die Ausströmleitungen der Reibungsmaschine vereinigen sich unterhalb des Blasrohres mit den Ausströmkanälen der Zahnradmaschine. An dieser Stelle befindet sich ein lotrecht geführtes Wechselventil, welches bei der Talfahrt mit der Repressionsbremse das Blasrohr abschliefst, und in dieser Stellung den Zutritt von Aufsenluft in die Zylinder beider Triebwerke gestattet. Die Lokomotive ist mit Wasserstandzeigern am Langkessel versehen. Die beiden hinteren Puffer sind wegen des gröfseren Überhanges mit einem Ausgleichgestänge versehen, um beim Schieben in scharfen Krümmungen beide Pufferscheiben zum Anliegen zu bringen. Die Bremseinrichtung der Lokomotive besteht aus einer selbsttätigen Vakuumschnellbremse und einer Spindelbremse, auf die Räder der ersten, zweiten, fünften und sechsten Achse wirkend; einer Bandbremse auf die Zahnradachsen wirkend, und einer Einrichtung für Repressionsbremse durch alle vier Dampfzylinder. Weiterhin ist die Lokomotive mit zwei saugenden Injektoren, Bauart Friedmann, je einer Schmierpumpe, Bauart Friedmann für die Reibungs- und die Zahnradmaschine, Sandstreuer, Geschwindigkeitsmesser, Bauart Hasler und Speisenwärmkästen ausgerüstet.

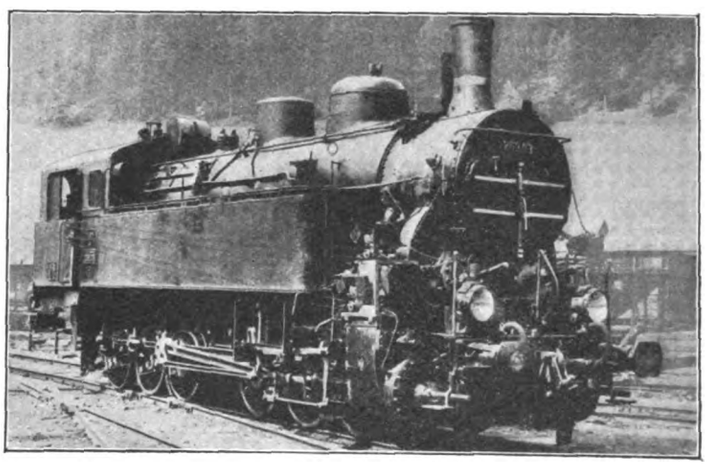


Abb. 23. F-Zahnradlokomotive der Österreichischen Bundesbahnen.

Als letzte Tenderlokomotive sei noch die von der Lokomotivfabrik Krauss & Co., München auf der Verkehrsausstellung gezeigte Kranlokomotive beschrieben (Abb. 24).

Die Kranlokomotive besteht aus einer 2/2 gekuppelten 125/140 PS Rangierlokomotive und aus einer Zwillingsdampf-

Digitized by Google

maschine zum Lastheben und Schwenken. Der Kranbock, der den Ausleger trägt, steht auf dem Rahmen zwischen den beiden Achsen und greift frei über den Kessel. Unter dem Kessel liegt die umsteuerbare Zwillingsdampfmaschine, deren Kurbelwelle an jedem Ende mit einer Reibungskupplung versehen ist. Die Kupplung der rechten Maschinenseite treibt durch ein selbstsperrendes Schneckengetriebe das Windwerk an, während die linksseitige Kupplung zum Schwenken des Auslegers dient. Rechts auf dem Führerstand ist ein horizontal liegender Stellhebel angebracht, der einen Steuerkolben betätigt. Dieser Steuerkolben steht wiederum durch eine einfache nachstellbare Hebel- und Zugstangenanordnung mit den Kupplungen auf den Wellenenden der Kranmaschine in Verbindung. Der besondere Vorteil der Kraussschen Kranlokomotive besteht nun darin, dafs mit diesem einzigen Stellhebel sowohl das Hub-, wie das Schwenkwerk betätigt wird. Bringt man den Stellhebel aus seiner Mittel- oder Totlage nach vorn, so rückt der Steuerkolben zunächst die Kupplung für das Hubwerk ein, dann erst öffnet sich die Dampfleitung zur Antriebsmaschine. Heben oder Senken wird durch die entsprechende Drehrichtung der umsteuerbaren Kranmaschine erzielt. Legt man den Stellhebel wieder in seine Mittellage, so schliefst sich zunächst die Dampfleitung zur Kranmaschine, sodann gibt der Steuerkolben die Kupplung frei. Will man den Ausleger schwenken, so wird der Stellhebel aus seiner Mittellage nach hinten verlegt. Hierdurch rückt der Steuerkolben zunächst die linksseitige Kupplung für das Schwenkwerk ein und dann erst öffnet er die Zuleitung zur Kranmaschine. Ein Durchgehen der Dampfmaschine bei nicht eingerückter Kupplung kann infolge der eigenartigen Ausbildung des Steuerkolbens nicht stattfinden. Die Kranmaschine ruht unmittelbar auf dem Hauptrahmen und dessen Querverbindungen, so dafs sie sehr fest mit der ganzen Blechkonstruktion verbunden ist und keinerlei bewegliche Dampfleitungen vorhanden sind. Dadurch wird eine einfache, übersichtliche und in allen Teilen zugängliche Gesamtanordnung gewonnen. Besondere Erwähnung verdient noch der Ausleger. Dieser besteht aus einer Gitterkonstruktion, die sich in Kugellagern um die auf dem Kranbock befestigte Säule drehen kann. Der Ausleger kann entweder als starrer Träger ausgebildet werden, der, um eine Freizügigkeit der Lokomotive zu gewährleisten, nicht über das Normalprofil hinausragt oder der Ausleger wird zur Vergröfserung der Hubhöhe verstellbar ausgeführt. Um eine Überlastung der Achsfedern beim Schwenken gröfserer Lasten zu vermeiden, ist die Lokomotive mit verstellbaren Sicherungskeilen versehen, die man mittels Handrad und Gestänge zwischen die Achsbüchsen und Rahmenausschnitte schiebt. Die Tragkraft der Kranmaschine beträgt 3000 kg bei einer Hubgeschwindigkeit von 0,2 m/sec. Bei horizontal gestelltem Ausleger ist die Hubhöhe 3950 mm, bei hochgestelltem Ausleger vergröfsert sie sich auf 5850 mm unter Verkleinerung des Schwenkarmes von 6700 mm auf 6000 mm. Die Verwendbarkeit der Kranlokomotive ist eine aufserordentlich vielseitige. Sie ist in Fabrikhöfen und Lagerplätzen sowohl zum Transport von Lasten, als auch zum Be- und Entladen von Güterwagen und zum Rangierdienst verwendbar. Sie ermöglicht aufserdem als Zubringerlokomotive noch den Anschlufs an die Hauptbahngleise.

Die feuerlosen Lokomotiven waren auf der Deutschen Verkehrsausstellung nur durch ein Stück vertreten. Es war dies die 2/2 gekuppelte feuerlose Verschiebelokomotive der Firma A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel.

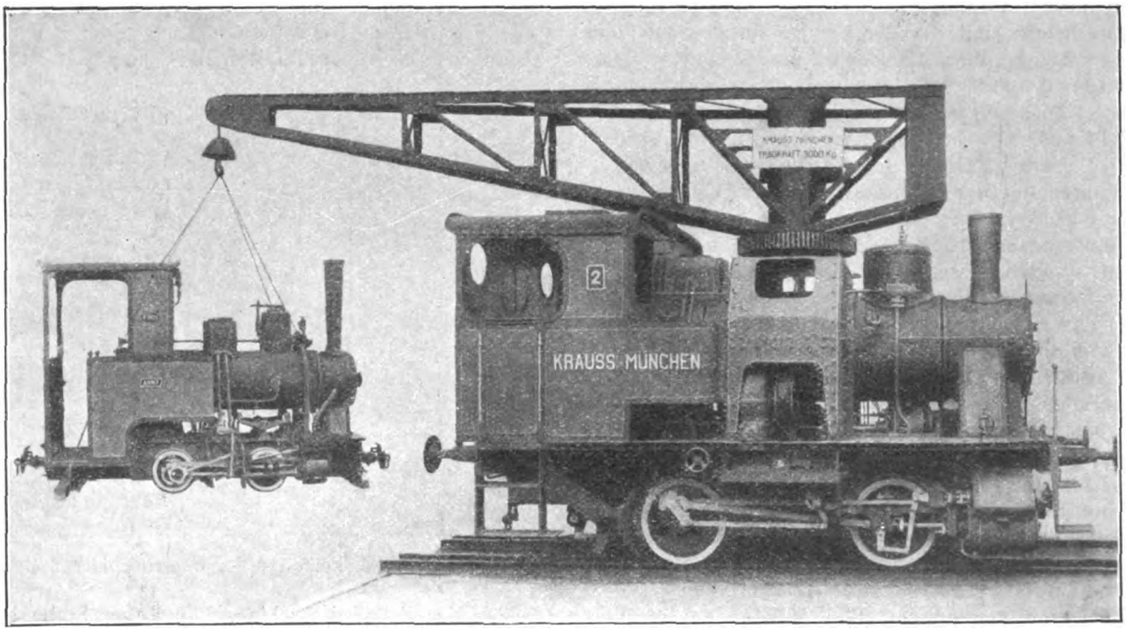


Abb. 24. 2/2 gekuppelte Kranlokomotive von Krauss & Co.

Der Dampfbehälter besitzt einen Fassungsraum von 9 m³, welcher zur Aufnahme von 6,75 m³ heifsen Wassers dient. Er wird durch gute Isolierung mittels doppelter Blechbekleidung und dazwischen liegender Filzschicht mit Asbestauflage gegen Wärmeverluste geschützt. Die Dampfzylinder 550 × 500 sind aufserhalb des Rahmens unter dem Führerhaus angeordnet. Auf diese Weise ergibt sich ein einfacher Angriff des Steuerhebels auf die aufsen liegende Heusinger-Steuerung.

2. Öllokomotiven.

An der Beschickung der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 mit Öllokomotiven hatten sich drei Firmen beteiligt: die Grazer Waggon- und Maschinen-Fabriks-Aktiengesellschaft, vormals Joh. Weitzer, Graz; die Motor-Lokomotiv-Verkaufs-Gesellschaft m. b. H. »Baden« in Karlsruhe, sowie die Öllokomotiv-Gesellschaft m. b. H. in Köln a. Rh.

Digitized by Google

Die Grazer Dieselmotorlokomotive hat als Zwischengetriebe ein Flüssigkeitsgetriebe nach den Patenten von Lentz. Der äufsere Aufbau der Lokomotive ist so durchgebildet, dafs ohne Drehung derselben der Betrieb in beiden Fahrtrichtungen bei guter Übersicht der Strecke möglich ist. Als Antriebsmotor für die Lokomotive ist ein sechszylindriger, im Viertakt arbeitender Dieselmotor verwendet. Dieser ist als Lokomotivmotor unter Zugrundelegung der Patente Hesselman für Maschinen mit luftloser Einspritzung durchgebildet. Der von der Steuerwelle angetriebene Regulator beeinflufst die Förderung der Brennstoffpumpe entsprechend der Belastung. Mittels einer Handverstellung, welche auf den Regulator einwirkt, kann die Motordrehzahl um etwa $+15\,\%$ und $-25\,\%$ verändert werden. Durch die Überlastbarkeit des Motors und dessen Drehzahlerhöhung sind für kürzere Zeit gröfsere Leistungssteigerungen erzielbar. Am Ende des Motors ist ein besonderer Kompressor angeordnet, welcher die Hochdruckluft zum Füllen der Anlafsflaschen, sowie gegebenenfalls die Niederdruckluft für die Luftdruckbremse, Sandstreuung und Signalvorrichtung liefert. Der Brennstoffbehälter, der für den Tagesbedarf ausreicht, ist innerhalb des Motorraumes untergebracht. Das Flüssigkeitsgetriebe überträgt die Motorkraft auf die Blindwelle und die Treibachsen. Es zeigt die für Lokomotiven übliche Ausführungsform mit gekreuzten Wellen in einem gemeinsamen Gehäuse und enthält in der Hinterstufe einen als Flüssigkeitsmotor arbeitenden Kolben und in der Vorderstufe eine, durch die Zahl der Geschwindigkeitsstufen bedingte Anzahl von Pumpenkolben. Diese Kolben sind Drehkolben nach Lentz-Bauart. Zwischen Vorder- und Hinterstufe liegen die zur Einstellung der Hauptfahrgeschwindigkeiten dienenden Drehschieber. Die Einschaltung der Hauptfahrgeschwindigkeiten für Vor- und Rückwärtsgang erfolgt mittels einer einfachen Steuerung vom Führerstand aus. Zur Betätigung der Steuerung ist im Führerhaus eine leicht drehbare Handkurbel und daneben ein kleiner Anfahrhebel angeordnet. Das Motorkühlwasser und Getriebeöl wird durch je eine Pumpe in Umlauf gesetzt und durch Oberflächenkühler mit Lüfter rückgekühlt. Der Motor- und Getrieberaum sind von aufsen und vom Führerraum durch Türen oder Klappdeckel zugänglich. Über Versuchsfahrten, die mit dieser Lokomotive im Juli 1924 auf der Great Easternstrecke der London und North Eastern-Eisenbahngesellschaft ausgeführt wurden, wurde bereits im Jahrgang 1924, Seite 363 dieser Zeitschrift berichtet.

Die von der Motor-Lokomotiv-Verkaufs-Gesellschaft m. b. H. »Baden« in Karlsruhe ausgestellte Diesellokomotive wurde gemeinsam von der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe und den Motorenwerken Mannheim A. G. gebaut (Abb. 25). Die Lokomotive ist mit einem kompressorlosen »Benz«-Dieselmotor ausgestattet, der bei einer höchsten Drehzahl von 375 Umdrehungen/Min. 160 PS_e leistet. Das von der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe weiter durchgebildete Lentz-Flüssigkeitsgetriebe ist für Vor- und Rückwärtsgang mit je drei Geschwindigkeitsstufen ausgestattet, die es ermöglichen, die Fahrgeschwindigkeit in den Grenzen 4 bis 8; 7 bis 16; 10 bis 24 km/h zu regeln. Die gröfste Anfahrzugkraft beträgt etwa 3600 kg. Die Lokomotive ist ausführlich beschrieben in der Z. d. V. D. I. 1925, S. 647 und im Organ 1925, S. 259.

Die Diesellokomotive der Öllokomotiv-Gesellschaft m. b. H. Köln a. Rh. ist eine 300 PS C-Lokomotive, Bauart Henschel-Deutz (Abb. 26). Das Leergewicht beträgt 38,5 t, das Dienstgewicht 41,1 t. Der Triebraddurchmesser ist 1000 mm. Die gröfste Anfahrzugkraft beträgt 7150 kg. Die Höchstgeschwindigkeit ist 30 km/h. Die als Werklokomotive für Verschiebedienst gebaute Lokomotive wird durch einen von der Motorenfabrik Deutz A. G. gebauten kompressorlosen 300 PS_e Dieselmotor stehender Bauart angetrieben. Die Kraftübertragung vom Motor auf die Treibachse ist hier ebenfalls durch ein unter das Führerhaus in den Rahmen eingebautes Flüssigkeitsgetriebe, Bauart Lentz, mit Blindwelle bewerkstelligt. Nach Angabe der Erbauerin vermag die Lokomotive in der Ebene 1200 t mit 15 km/h zu befördern.

II. Öltriebwagen.

Die Frage der Verwendung von Öltriebwagen bei der Eisenbahn, die von den Eisenbahnverwaltungen schon seit längerer Zeit zum Gegenstand eingehender Studien gemacht wurde, ist in neuerer Zeit wieder vielfach, auch in der Öffentlichkeit erörtert worden. Es sind von den Beteiligten — mögen dies Verkehrsinteressenten oder solche Interessenten sein, die glauben, dafs dadurch das zur Zeit sehr darniederliegende Fahrzeugbaugeschäft wieder belebt werden könnte — Hoffnungen daran geknüpft worden, die zu weitgehend sind. Es ist zuzugeben, dafs die weit gediehene Ausbildung des Verpuffungs- und Verbrennungsmotors für den Antrieb von Strafsenfahrzeugen auch seine Verwendung zum Antrieb kleiner Fahrzeuge im Eisenbahn-

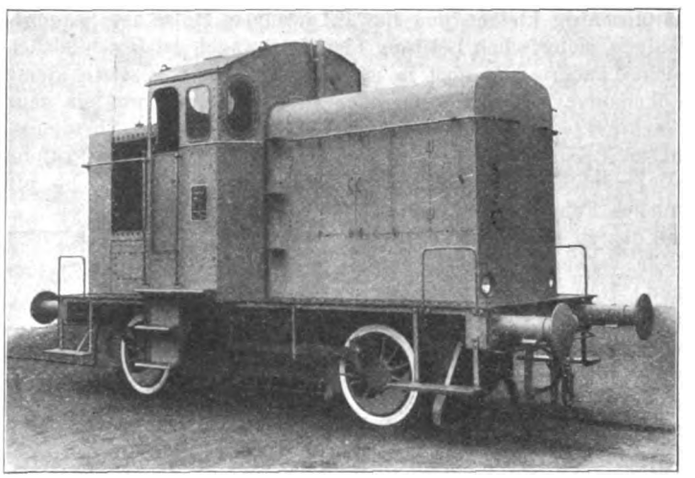


Abb. 25. Diesellokomotive der Motor-Lokomotiv-Verkaufs-Gesellschaft m. b. H. „Baden" in Karlsruhe.

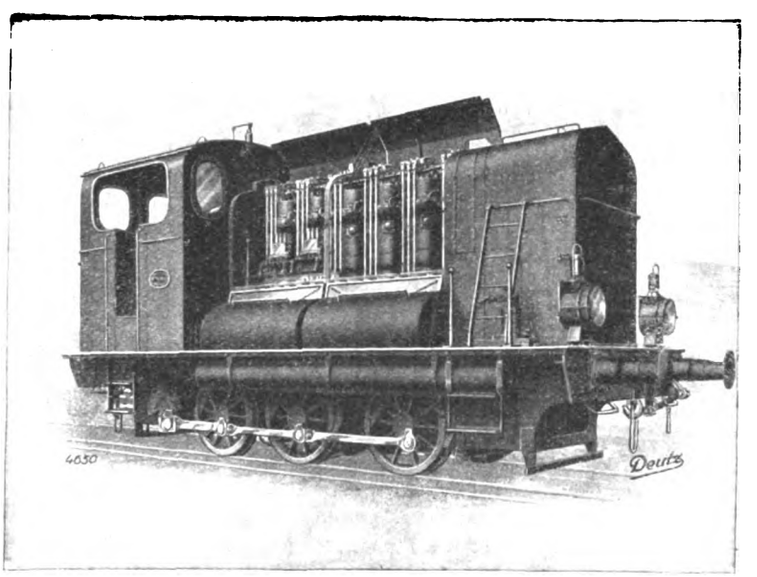


Abb. 26. Diesellokomotive der Öllokomotiv-Gesellschaft m. b. H. Köln.

Digitized by Google

betrieb in baulicher und betrieblicher Hinsicht als zweckmäfsig erscheinen läfst, besonders da jetzt auch der reine Dieselmotor mit seinem ökonomischen Ölverbrauch in kleineren Einheiten als betriebssichere Maschine hergestellt wird; es darf aber nicht übersehen werden, dafs der Eisenbahnverkehr sich ganz anders abwickelt als ein Strafsenverkehr. Der Eisenbahnverkehr ist an feste Fahrpläne gebunden und hat nicht gleichbleibende, sondern stofsweise und zu verschiedenen Zeiten und in weiten Grenzen wechselnde Belastungen zu bewältigen, die sich unter Umständen auch zeitlich sehr stark verschieben (z. B. Ausflugverkehr). Da der Öltriebwagen ebenso wie der schon früher bei vielen Verwaltungen eingeführte Dampftriebwagen und die Dampflokomotive für sogenannte leichte Züge wegen der verhältnismäfsig kleinen und nur in geringem Mafse überlastungsfähigen motorischen Leistung (der Triebwagen ist ja schliefslich nichts anderes als eine in einen Wagenkasten gesetzte kleine Lokomotive) selbst mit ein oder zwei Anhängern nur ein ganz beschränktes Aufnahmevermögen hat, sind seine verkehrsdienstlichen Leistungen sehr gering und es bedarf genauer Prüfung aller einschlägiger Fragen in jedem einzelnen Falle, ob ein solches Fahrzeug in Hinsicht auf den zu bewältigenden Verkehr verwendet werden kann und, was meist aufser acht gelassen wird, ob seine Verwendung für die Eisenbahnverwaltung auch wirtschaftlich ist, d. h., ob dem Triebwagen genügende, für ihn passende Leistungen so zugewiesen werden können, dafs das aufgewendete Kapital sich auch verzinst. Dabei dürfen die Kosten für die Instandhaltung der vielgliedrigen und gegenüber der Lokomotivdampfmaschine weniger widerstandsfähigen Bauart und die verhältnismäfsig höheren Anschaffungskosten nicht aufser acht gelassen werden; ferner mufs dabei immer die Bewegung im Preis des Treibstoffes im Auge behalten werden, da nicht ausgeschlossen ist, dafs bei gröfserem Bedarf versucht werden wird, die Betriebsstoffpreise zu erhöhen.

An der Beschickung der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 mit Öltriebwagen hatten sich vier Fahrzeugbauanstalten beteiligt: Deutsche Werke Kiel A. G., Gothaer Waggonfabrik A. G. zusammen mit den Bayerischen Waggon- und Flugzeugwerken, Fürth i. B., ferner die Sächsische Waggonfabrik Werdau A. G., sowie die Waggonfabrik Wegmann & Co. in Cassel.

Die Deutschen Werke Kiel haben zwei vierachsige Öltriebwagen zur Ausstellung geschickt und zwar einen Öltriebwagen der schon seit 1921 gebauten Type I und einen Öltriebwagen der neuesten Type V. Aufser in einigen äufseren Abmessungen unterscheiden sich die beiden Typen in der Hauptsache durch den verschiedenartigen Einbau der Maschinenanlage in das Fahrzeuguntergestell. Die Antriebsmaschine ist ein 150 PS im Viertakt arbeitender sechszylindriger Verbrennungsmotor, der mit Benzin, Benzol oder mit beiden gemischt betrieben werden kann. Das Anlassen des Motors erfolgt elektrisch. Die Kraftübertragung geschieht durch eine im Ölbad laufende Lamellenkupplung über ein vierstufiges Zahnräderwechselgetriebe mit Gelenkwellen auf die Kegelradgetriebe der beiden inneren Treibachsen. Sämtliche Lagerstellen sind als Kugel- oder Rollenlager ausgebildet. Die Kühlung des Motors erfolgt durch Wasser, welches mittels einer am Motor angebauten Kreiselpumpe durch den Motor nach den auf dem Dache befindlichen Blattflächenkühlern und wieder zurück zum Motor befördert wird. Der zum Betrieb des Motors erforderliche Brennstoff befindet sich in zwei, in feuersichere Schutzhüllen gekleidete, auf dem Dache gelagerten Brennstoffbehältern. Die Zuführung des Brennstoffes zum Motor erfolgt in besonders geschützten Rohrleitungen durch natürliches Gefälle. Bei dem neueren Triebwagen-Modell V ruht die gesamte Maschinenanlage, die in einer als Brückenträger ausgebildeten Eisenkonstruktion gelagert ist, an ihren Enden in den Spurpfannen der Drehgestelle *). Nach Abnehmen des Wagenkastens kann somit das aus den Drehgestellen mit der Maschinenanlage bestehende Untergestell zur Untersuchung weggeschoben werden und durch ein anderes Untergestell ersetzt werden. Der Wagenkasten der Type V ist aufsen mit Blech und innen mit Sperrholz verkleidet. Seine Länge über die Puffer gemessen beträgt 18,4 m. Er fafst insgesamt etwa 105 Personen, für 81 Personen sind Sitzplätze vorgesehen. Im Innern des Wagens sind aufserdem ein Postabteil mit drei Klappsitzen sowie ein Abort vorgesehen. Die Heizung des Wageninnern erfolgt durch das vom Motor erhitzte Kühlwasser. Zwei von dem Verbrennungsmotor angetriebene Lichtmaschinen mit parallel geschalteten Akkumulatoren liefern den Strom für die elektrische Beleuchtung des Wageninnern und der Signallaternen. Als Bremsen sind eine Knorr-Einkammer-Luftdruckbremse und eine Handspindelbremse für den Führer, sowie mehrere Notbremsgriffe im Innern des Wagens vorgesehen. Der Wagen kann mit vier verschiedenen Geschwindigkeiten gefahren werden, und zwar 12, 24, 28 und 60 km/h.

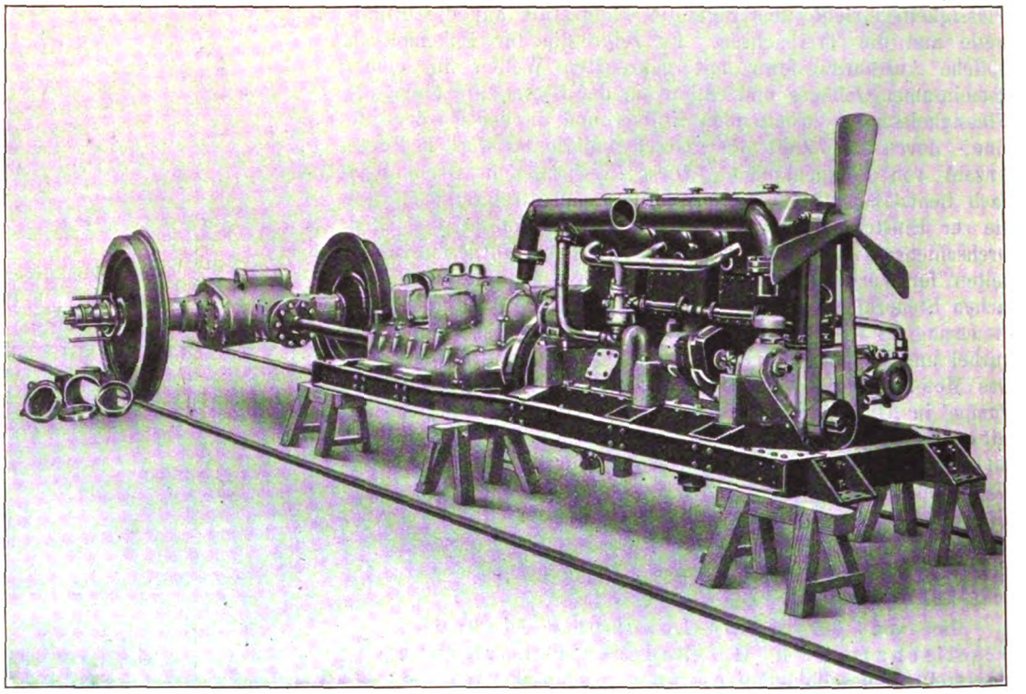


Abb. 27. Öltriebwagen der Gothaer Waggonfabrik. Maschinenlagerung.

Die Bayerischen Waggon- und Flugzeugwerke Fürth i. B., eine Zweigniederlassung der Gothaer Waggonfabrik A. G in Gotha, hatten einen zweiachsigen Öltriebwagen zur Ausstellung gebracht (hierzu Abb. 27 und 28).

*) Abbildung Organ 1925, S. 44.

Digitized by Google

Etwas unterhalb der Achsmitten ist an den Achshaltern ein Hilfsrahmen befestigt, dem durch senkrechte Streben zu den Hauptträgern und durch Querträger die nötige Steifigkeit verliehen wird. In diesen Hilfsrahmen wird der Maschinenrahmen durch Verwendung besonderer Z-förmiger Zwischenstücke leicht auswechselbar in vier Punkten aufgehängt. Auf den Querträgern des Maschinenrahmens ruht der Motor und das Wechselgetriebe. Um die Übertragung der Schwingungen und

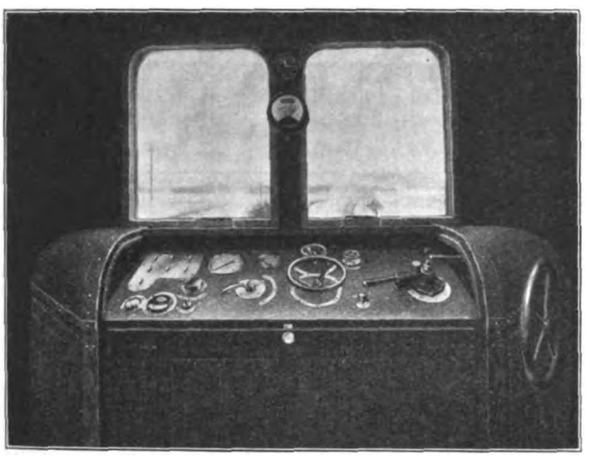


Abb. 28. Öltriebwagen der Gothaer Waggonfabrik. Führerstand.

Geräusche vom Motor und Getriebe auf das Untergestell zu vermeiden, haben die Zwischenstücke an den vier Aufhängepunkten Gummiunterlagen erhalten. Der Motor ist ein im Viertakt arbeitender Verpuffungsmotor, der bei einer normalen Umdrehungszahl von 950 Umdr./min. 75 PS leistet. Ein Fliehkraftregler verhindert die Überschreitung der normalen Drehzahl. Eine am Motor angebaute Lichtmaschine besorgt selbsttätig das Aufladen der Speicherbatterien, die zur Wagenbeleuchtung und zum Ingangsetzen des elektrischen Anlafsmotors dienen. Der Brennstoff (Benzin, Benzol oder Gemisch aus beiden) wird dem Motor aus zwei Behältern von insgesamt 200 l Inhalt zugeführt. Eine am Motor angebaute Kreiselpumpe fördert das heifse Motorkühlwasser durch einen im Abort angebrachten Luftschacht nach der auf dem Dache angebrachten Rückkühlanlage. Das mit dem Motor auf dem gemeinsamen Maschinenrahmen befestigte Wechselgetriebe ist für vier verschiedene Geschwindigkeitsstufen gebaut. Sämtliche Zahnräderpaare befinden sich dauernd im Eingriff. Sie werden durch Kupplungen, die den einzelnen Räderpaaren vorgeschaltet sind, zur Kraftübertragung herangezogen oder laufen leer mit. Die Kupplungen werden durch Prefsluft betätigt, die in einem vom Verbrennungsmotor angetriebenen Kompressor erzeugt und durch Verteilungschieber gesteuert wird. Die Lamellen-Kupplungen sind in besonderen Kammern angeordnet, um zu verhüten, dafs das Getriebeöl durch abfallenden Metallstaub verunreinigt wird. Vom Wechselgetriebe wird die Antriebskraft durch ein Stahlrohr und gelenkige Kupplungen nach dem Achsantriebsgehäuse übertragen, in dem das ebenfalls durch Druckluft betätigte Wendegetriebe mit Klauenkupplung für Vor- und Rückwärtsfahrt angeordnet ist. Um bei Einstellung des Triebwagens in Transportzüge das Getriebe vollkommen still setzen zu können, ist in einer besonderen Nullstellung der Achsantrieb vollständig ausgeschaltet. Bei einem Radstand von 7 m und einer Untergestellänge von 13,6 m ist der Triebwagen mit 50 Sitzplätzen versehen. Die Heizung des Wagens erfolgt durch eine Niederdruckdampfheizung unter Ausnützung der Auspuffgase des Motors. Der Wagen wird gebremst durch eine achtklötzige Handspindelbremse, sowie durch eine selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse Bauart Knorr. Das Leergewicht des Wagens beträgt 18000 kg. Die Höchstgeschwindigkeit des Triebwagens ist 60 km/h auf dem vierten Gang.

Der von der Sächsischen Waggonfabrik Werdau ausgestellte zweiachsige Triebwagen 3. Klasse, Bauart »Werdau 1925« erhält seinen Antrieb durch einen 80 PS-Vierzylinder-Verpuffungsmotor der Daimler-Motoren-Gesellschaft Berlin-Marienfelde, der von beiden Führerständen aus mittels elektrischem Anlasser in Gang gebracht werden kann (Abb. 29). Die Kraftübertragung erfolgt vom Motor über das Wendegetriebe zum Geschwindigkeitswechselgetriebe. Mit der Mittelradwelle des Wendegetriebes ist der Luftkompressor gekuppelt. Das vierstufige Wechselgetriebe für eine Fahrtgeschwindigkeit von 8, 15, 27 und 40 km/h arbeitet unmittelbar auf die Treibachse. Die Geschwindigkeitswechselräder bleiben dauernd im Eingriff; an der Kraftübertragung sind aber immer nur zwei Räderpaare beteiligt. Sämtliche Getriebwellen laufen auf Rollen-, bzw. Kugellagern. Die gesamte Maschinenanlage ist in einem Rahmen untergebracht, der auf der einen Seite federnd auf der Treibachse ruht, auf der andern Seite federnd am Längsträger des Untergestelles aufgehängt ist, so dafs nach Hochheben des Wagenkastens und Einsetzen einer kleinen Hilfsachse unter den Maschinenrahmen die ganze maschinelle Anlage leicht ein- und auszufahren ist*). Der Hebel zur Gasregelung ist als »Toter Mann«-Kurbel ausgebildet, dergestalt, dafs im Falle einer plötzlichen Erkrankung des Führers der Motor durch selbsttätiges Abstellen des Gases zum Stillstand gebracht und gleichzeitig die Luftdruckbremse von selbst in Tätigkeit gesetzt wird. Neben der Luftdruckbremse, Bauart Knorr, ist der Triebwagen noch mit einer Handbremse ausgerüstet. Die Radachsen laufen auf Rollenlagern. Der Wagenkasten enthält 36 Sitzplätze und 32 Stehplätze. Die elektrische Beleuchtung des Wagens erfolgt durch Lichtmaschine bzw. Batterie. Im Winter wird zur Heizung des Wagens das zur Kühlung des Motors benutzte Wasser verwendet.

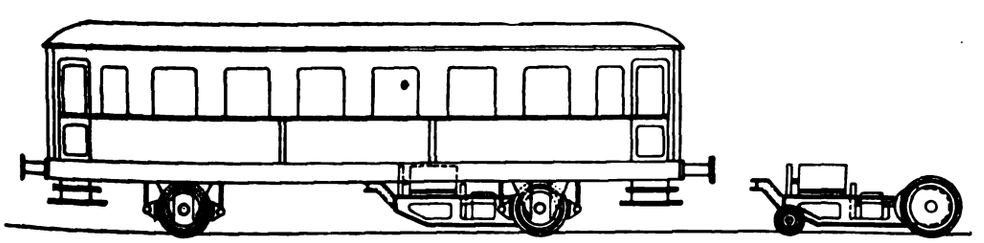


Abb. 29. Öltriebwagen der Sächsischen Waggonfabrik Werdau. Aufsenansicht.

Der von der Waggonfabrik Wegmann & Co., Cassel zur Ausstellung gebrachte Öltriebwagen ist ein kurzgekuppelter Doppel-Benzoltriebwagen (Abb. 30). Er besteht aus einem zweiachsigen Wagen 3. Klasse mit 50 Sitzplätzen und acht Stehplätzen (auf der Endbühne), sowie aus einem zweiachsigen Wagen 4. Klasse mit 42 Sitzplätzen und 34 Stehplätzen. Jeder Wagen besitzt ein geschlossenes Gepäckabteil, das sich auf der Endbühne neben dem Führerstand befindet. Der Wagen 3. Klasse besitzt aufserdem noch einen Abort. Die kurzgekuppelten Wagenenden sind mit einer Übergangseinrichtung ohne Türen, sowie einem Faltenbalge versehen. Als Antriebsmaschine ist in jeden der beiden Wagen ein 6-Zylinder-Benzolmotor, Bauart A. E. G., eingebaut, die zusammen bei 950 Umdr./min. eine Leistung von

*) Organ 1925, S. 48.

Digitized by Google

150 PS_e entwickeln. Das heifse Motorkühlwasser wird in zwei Wabenkühlern rückgekühlt und im Winter zur Wagenheizung ausgenützt. Eine vom Motor angetriebene Lichtmaschine, Bauart Bosch, versorgt im Verein mit einer Batterie die Beleuchtungsanlage mit dem nötigen Strom. Die Wagen sind mit Druckluft- und Handbremse, sowie Notbremseinrichtung ausgerüstet. Der vollständig besetzte Doppeltriebwagen hat einschliefslich 700 kg Gepäck ein Dienstgewicht von 39 t. Die auf der Wagrechten erreichbaren Geschwindigkeiten sind je nach der Getriebeschaltung 8,2; 18,6; 33 und 50 km/h. Die Einstellung der vier Geschwindigkeitsstufen geschieht mittels durch Druckluft betätigter Kupplungen, deren Ventile elektrisch gesteuert werden. Die eingebaute A. E. G.-Fernsteuerung gestattet, nach Belieben ein oder zwei Motorantriebe von jedem Führerstande aus einzuschalten und zu regeln.

Der Wagenkasten enthält folgende Räume: In der Mitte den geräumigen Salon, daran anschliefsend je ein Salonabteil mit eigener Toilette, dann auf jeder Seite zwei weitere Abteile. An dem einen Wagenende befindet sich noch ein Halbabteil und ein Abort, an dem anderen Wagenende ebenfalls ein Abort, sowie ein Raum für Heizung und Begleitmannschaft und eine Teeküche mit Gasherd, Spülbank, Geschirr- und Eisschränkchen. Die Drehgestelle sind dreiachsig mit $2 \times 1750 = 3500$ mm Abstand der Endachsen voneinander. Die Wiege mit dem Drehzapfen kann sich aus der Mittellage nach beiden Seiten um 25 mm frei verschieben. Zur Dämpfung der Seitenstöfse sind Blattfedern vorgesehen. Die Mittelachse der beiden Drehgestelle kann sich nach beiden Seiten um je 10 mm verschieben. Da für den Salon besondere Eingangstüren in den Seitenwänden vorzusehen waren, wodurch die Kastenwände in der Mitte unterbrochen wurden, mufste auf eine gute Versteifung dieser Wände besonderer Wert gelegt werden. Die innere Ausstattung des Salons ist äufserst elegant und mit grofsem Geschmack unter Verwendung wertvoller Hölzer und Verkleidungsstoffe ausgeführt. Durch Schlaflager, Schreibtische, Kleiderschränke, elektrischen Ventilator, Klingel- und Telephoneinrichtung, sowie schalldämpfendem Bodenbelag ist für

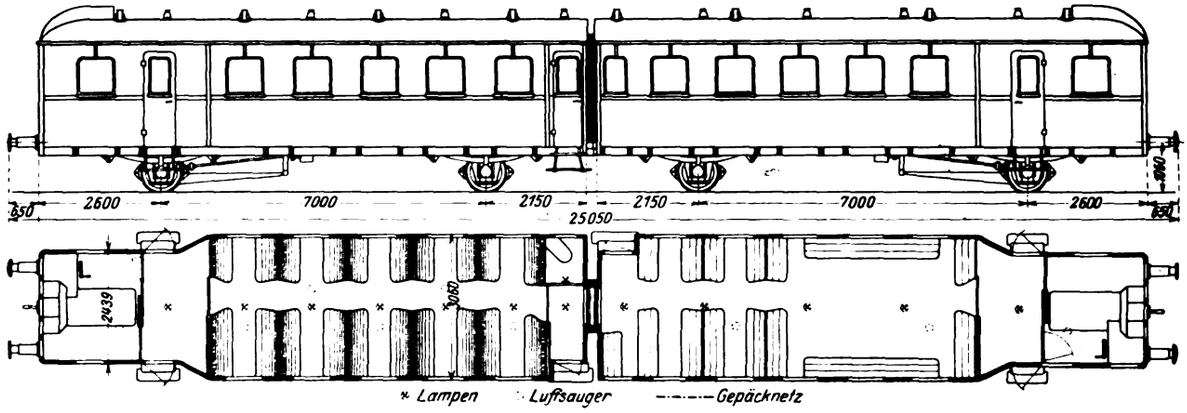


Abb. 30. Doppel-Benzoltriebwagen von Wegmann & Co., Cassel.

III. Personenwagen.

Von den auf der Ausstellung gezeigten Personenwagen fand der von der Waggonfabrik H. Fuchs, Heidelberg zur Schau gestellte sechsachsige Salonwagen grofse Beachtung Abb. 31, 32 und Taf. 10, Abb. 1 und 2).

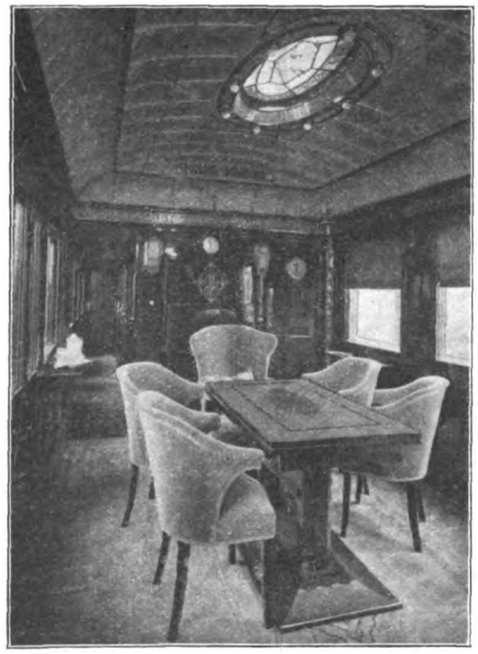


Abb. 31. Salonwagen der Waggonfabrik H. Fuchs in Heidelberg. Blick in den Salon.

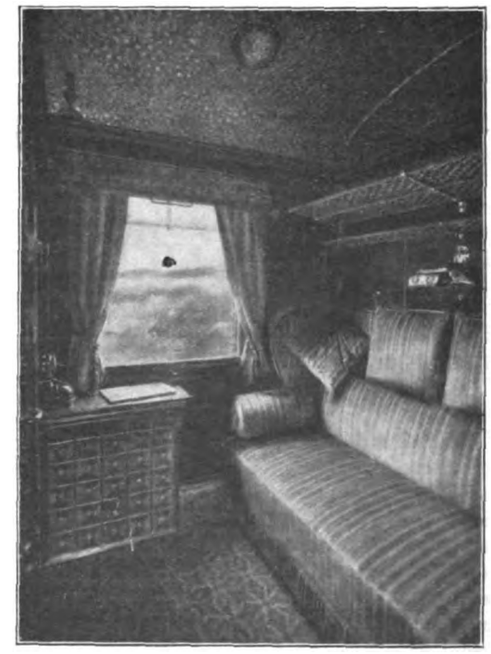


Abb. 32. Salonwagen; Schlafabteil.

Digitized by Google

äufserste Reisebequemlichkeit Sorge getragen. Der Wagen ist mit einer eigenen Warmwasserheizung ausgerüstet. Aufserdem kann das Heizwasser auch mit dem Heizdampf von der Lokomotive her erwärmt werden. Ferner sind Warm- und Kaltwasserleitungen für die Wascheinrichtungen und Toiletten vorgesehen. Der Strom für die elektrische Wagenbeleuchtung wird von je einer an jedem Drehgestell schwingend aufgehängten und von einer Achse aus angetriebenen Dynamomaschine erzeugt. Bei Stillstand des Wagens wird der elektrische Strom von zwei unter dem Wagenkasten angeordneten Akkumulatorenbatterien geliefert. Über der äufseren Dachverschalung ist ein Sonnendach angebracht. Aufserdem ist auf dem Dache eine Vorrichtung zur Berieselung der Dachfläche mit kaltem Wasser vorgesehen. Der Salonwagen kann auf die regelspurigen Linien aller europäischen Eisenbahnverwaltungen übergehen.

Die Eisenbahnwagenfabrik Gebrüder Credé & Co., Niederzwehren bei Cassel hatte einen nach den Normalien der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gebauten D-Zugwagen 1./2. Klasse zur Ausstellung gebracht. Der Wagen ist mit einem verstärkten Fensterrahmen aus Rotgufs, Bauart Julius Pintsch A.-G. versehen. Als elektrische Beleuchtung ist das System Pintsch-Grob eingebaut.

Die Waggonfabrik Gebrüder Gastell, G. m. b. H., Mainz-Mombach hatte die Ausstellung mit einem vierachsigen D-Zugwagen 2. Klasse, für die jugoslavischen Bahnen bestimmt, beschickt. Die äufsere Kastenlänge beträgt 18,3 m, die Drehzapfenentfernung 15,0 m. Der Wagen besitzt sechs Vollabteile und zwei Halbabteile, sowie zwei Aborte. Das Kastenuntergestell ist in Fachwerk-Konstruktion ausgeführt. Der Wagenkasten hat einen Lüftungsaufbau, der an den Enden in das Hauptdach übergeht. Der Wagen ist ausgerüstet mit Hochdruckdampfheizung, Hardy-Luftsaugebremse, sowie Kunze-Knorr-Bremse mit Božic-Steuerventil. Auf die klimatischen Verhältnisse in Jugoslavien ist Rücksicht genommen durch die äufsere Holzverschalung des gesamten Kastens und durch die Anordnung eines besonderen Sonnenschutzdaches. Von den sechs Vollabteilen sind vier mit Tagessitzen ausgestattet, während zwei Vollabteile und die beiden Halbabteile Sitze mit Schlafeinrichtung haben. Zwischen den Halbabteilen ist die Zwischenwand als zweiflügelige Schiebetür eingebaut, um beide Abteile zu einem Gesamtraum vereinigen zu können. Die Ausstattung im Innern des Wagens besteht aus mahagonifarbigen Hölzern; die Wände oberhalb der Brüstung, sowie die Decken sind mit Pegamoid bespannt.

Die Waggon- und Maschinenfabrik A.-G., vorm. Busch, Bautzen war auf der Ausstellung durch einen vierachsigen Anhängewagen 2. Klasse für die Nordsüdbahn Berlin vertreten (Abb. 33 und 34).

Die Gesamtlänge des Wagens über die Puffer gemessen, beträgt 13,15 m, die Wagenkastenlänge 12,5 m und die Wagenbreite 2,65 m. Durch zweckmäfsige Verteilung der Sitze ist eine symmetrische Anordnung des Wagengrundrisses erreicht der in drei gleiche Teile zerfällt, in deren Mitten die zweiflügeligen Aufsentüren liegen. Die Sitze sind als Polstersitze ausgebildet. Untergestell und Seitenwände bilden einen Brückenträger. Die in den Seitenwänden befindlichen je drei Türöffnungen unterbrechen diesen, weshalb die Eisenkonstruktion als Steifrahmen um diese herumgeführt wurde. Die Seitenwandbleche sind hierbei nicht mit zum Tragen herangezogen. Der Wagen besitzt die selbsttätige Scharfenbergkupplung und ist mit Luftdruckbremse Bauart Knorr ausgerüstet. Das Gewicht des Wagens beträgt einschliefslich elektrischer Ausrüstung etwa 21 t. Eingehend sind die Wagen der Nordsüdbahn Berlin bereits beschrieben in der »Verkehrstechnik«, Jahrgang 1924.

Die Grazer Waggon- und Maschinen-Fabrik A. G., vormals Joh. Weitzer, Graz hatte einen für die Österreichischen Bundes-Bahnen gebauten, stählernen vierachsigen D-Zugwagen 2./3. Klasse auf der Ausstellung gezeigt. Der Wagen besitzt zwei Vollabteile und ein Halbabteil 2. Klasse mit zusammen 15 Sitzplätzen und fünf Vollabteile und ein Halbabteil 3. Klasse mit zusammen 44 Sitzplätzen, sowie einen Abort an jedem Ende des Wagens. Die Kastenlänge beträgt 18,6 m; die Länge über Puffer gemessen 19,88 m. Der Wagen ist mit selbsttätiger Luftsauge-Schnellbremse, Westinghouse-Bremse und Spindelbremse ausgerüstet. Die Beleuchtung des Wagens ist elektrisch. Als Dampfheizung ist die Bauart Kurz A.-G. verwendet worden. Die Achsbüchsen sind mit SKF-Rollenlagern ausgestattet.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hatte einen Regel-D-Zugwagen ausgestellt, der mit einer Sende- und Empfangseinrichtung für drahtlose Zugtelephonie, Bauart Dr. Erich Huth Ges. (Zugtelephonie A. G., Berlin) ausgerüstet war.

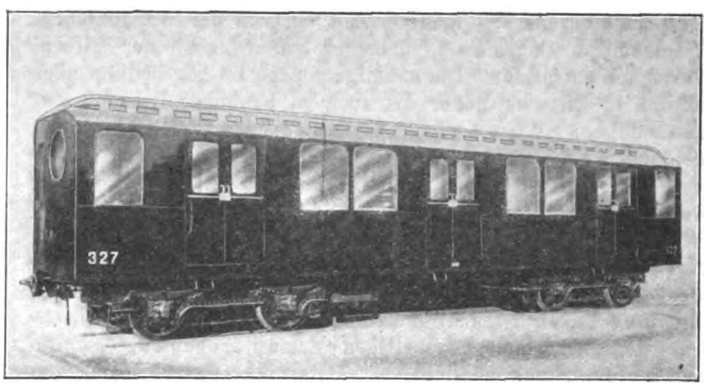


Abb. 33. 2. Kl.-Wagen der Nord-Südbahn Berlin, erbaut von der Waggonfabrik Busch in Bautzen.

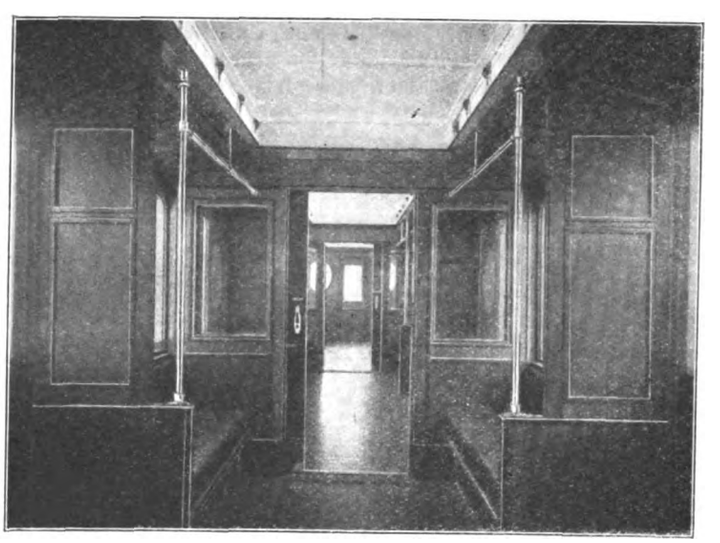


Abb. 34. Inneres des 2. Kl.-Wagens der Nord-Südbahn Berlin.

An einem Ende des Wagens ist ein Apparateraum und ein Sprechraum eingebaut. Die Antenne des fahrenden Zuges wird durch vier parallele Drähte gebildet, die auf den Dächern mehrerer Wagen ausgespannt sind. Wird vom Zuge aus gesprochen, so wirken die Telephonströme auf die hochfrequenten Wellen des im Zuge befindlichen Röhrensenders ein und gelangen von der Zugsantenne über die Telephon- und Telegraphenleitungen längs der Bahnlinie zum Empfänger der Zugvermittlungsstelle. Über das Ortstelephonnetz der Stadt wird dann das Gespräch dem Fernsprecher des gewünschten Teilnehmers zugeleitet. Will ein Fernsprechteilnehmer mit einem Reisenden

Digitized by Google

des Zuges sprechen, so hat er durch sein Fernamt von der Zugvermittlungsstelle am Anfangs- oder Endbahnhof der betreffenden Strecke ein Gespräch mit dem fahrenden Zug zu verlangen. In der Zugvermittlungsstelle werden die ankommenden Telephonströme auf die durch einen Röhrensender erzeugten hochfrequenten Wellen überlagert und durch die Telephon- und Telegraphenleitungen neben der Bahnlinie weitergeleitet, von wo sie dann ebenfalls drahtlos über die Antenne zum Empfänger im Zuge gelangen.

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G. (M. A. N), Werk Nürnberg hatte zwei Abteile eines Schlafwagens mit neuartiger Bettanordnung (D. R. P. Nr. 418 629) zur Ausstellung geschickt (Abb. 35).

Es wird immer eine strittige Frage bleiben, ob einbettige oder zweibettige Schlafabteile den Vorzug verdienen. Jedenfalls ist das Verlangen nach Einzelschlafabteilen vorhanden und es läuft auch bereits seit längerer Zeit ein von der Waggonfabrik Wegmann & Co., Cassel, gebauter Schlafwagen, der diesem Verlangen entspricht. Die dabei getroffene Lösung bedingt aber sowohl in wirtschaftlicher als auch in baulicher Hinsicht Zugeständnisse. Wirtschaftlich insofern, als nur 18 Betten untergebracht werden können, während gleichgrofse Wagen mit zweibettigen Abteilen 22 Betten aufnehmen, und baulich weil von den 18 Betten nur vier unten sind, während bei den bisherigen Wagen elf Reisende unten schlafen können. Aus körperlichen Rücksichten ist aber eine grofse Anzahl Menschen auf die Benützung eines unteren Bettes angewiesen. Nach dieser Richtung bieten zweibettige Abteile Vorteile. Der Hauptnachteil der bisherigen zweibettigen Schlafwagenabteile ist die geringe Bewegungsmöglichkeit, so dafs das Unterbringen von Gepäck, das Aufhängen der Kleider, sowie das Waschen immer mit Unbequemlichkeiten verbunden sind. Bei der neuartigen M. A. N.-Bettanordnung für zweibettige Schlafwagenabteile wurden diese Nachteile ganz wesentlich herabgemindert. Das Oberbett wurde nicht, wie bisher parallel zum Unterbett angeordnet, sondern senkrecht dazu und zwar in dem einen Abteil über der Tür und im andern Abteil über dem Fenster.

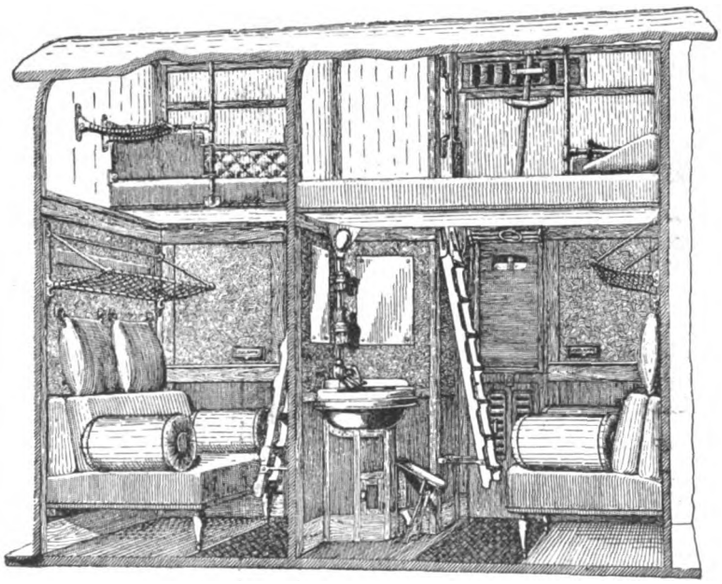


Abb. 35. Schlafwagenabteil der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Gruppenverwaltung Bayern hatte auf der Ausstellung einen Arztwagen gezeigt, der dazu dienen soll, bei Eisenbahnunfällen den Verletzten schon an der Unfallstelle und auch während des Transportes in das nächstgelegene Krankenhaus die erste ärztliche Hilfeleistung zu gewähren und sie so schnell als möglich der krankenhausmäfsigen Behandlung zuzuführen (Abb. 36 und Taf. 10, Abb. 3 und 4).

Der Arztwagen ist im Eisenbahnausbesserungswerk München aus einem normalen dreiachsigen Personenwagen 3. Klasse umgebaut worden. Die ärztlichen Einrichtungsgegenstände stammen von der Fabrik für Chirurgie-Instrumente, C. Stiefenhofer, München. An dem einen Ende des Wagens ist der über die ganze Kastenbreite sich erstreckende Arztraum eingebaut, der mit einem Sterilisierapparat mit Gasheizung, einer Waschvorrichtung für Warm- und Kaltwasser und mit zwei Wandschränken für die Instrumente und das Verbandmaterial ausgestattet ist. An den Arztraum schliefst sich der Krankenraum mit zehn Lagerstellen an, wovon je zwei übereinander angeordnet sind. Die Lager sind als Tragbahren ausgebildet, mittelst deren die Verletzten bequem in den Wagen gebracht und aus diesem herausgetragen werden können. Die Tragbahren sind, um Erschütterungen während der Fahrt von den Verletzten fernzuhalten, mit Federung versehen. Ein Wandschrank mit Bettwäsche, sowie ein Klappsitz für den Krankenwärter vervollständigen die Einrichtung des Raumes. An dem einen Ende des Wagens befindet sich noch ein Abort.

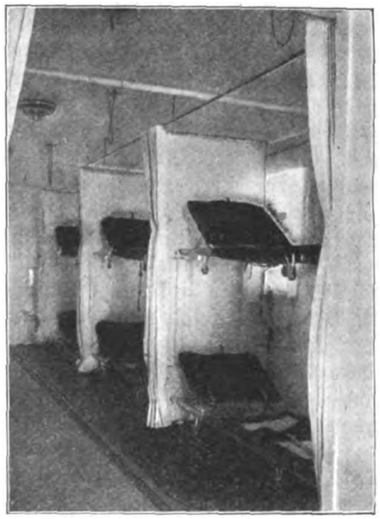


Abb. 36.
Arztwagen der D. R. G. Gr.-Bayern.

Die von der Waggonfabrik A. G. Jos. Rathgeber, München-Moosach und der Maschinenfabrik-Augsburg-Nürnberg ausgestellten Lokalbahnpersonenwagen entsprachen der üblichen bayerischen Bauart.

An der Ausstellung von Postwagen waren drei Firmen beteiligt. Die Waggonfabrik A. G. Rathgeber, München-Moosach zeigte einen normalen, für das Reichspostministerium, Abteilung München, gebauten vierachsigen D-Zugpostwagen für reinen Briefpostdienst mit einer Gesamtlänge über Puffer gemessen von 18,7 m, der die gewöhnliche Einrichtung solcher Wagen aufwies.

Die M. A. N. stellte einen für die gleiche Behörde gebauten dreiachsigen Bahnpostwagen für den gemischten Dienst aus (Abb. 37). Die Länge über Puffer beträgt 13,3 m, die Kastenlänge 12,0 m und der Radstand 9,25 m. Das Wageninnere ist in ein Gepäckabteil und in ein Postabteil zerlegt. In letzterem befinden sich Sortiertische mit Gefachen zum Sortieren der Briefpost während der Fahrt. Der Wagen ist ausgerüstet mit Luftdruckbremse, Notbremseinrichtung, Gasglühlichtbeleuchtung, Ofenheizung und Niederdruckdampfheizung, Bauart Pintsch.

Die Waggonfabrik Wegmann & Co., Cassel zeigte ebenfalls einen dreiachsigen Bahnpostwagen für den gemischten Dienst. Der Wagen entspricht im wesentlichen der bisherigen Ausführung für die Reichspost in Form, Gröfse und Einteilung. Als Baustoff für das Gerippe wurde jedoch statt Holz Profileisen verwandt, ferner kam das geschlossene Bremserhaus in Wegfall und wurde durch eine offene Endbühne ersetzt, von welcher aus die Handbremse bedient werden kann. Die Wagen-

Digitized by Google

kastenlänge beträgt 10,0 m, die Wagenkastenbreite 2,9 m. Der Wagen ist ausgestattet mit Kunze-Knorr-Bremse, Niederdruckdampf- und Ofenheizung, sowie elektrische Beleuchtung.

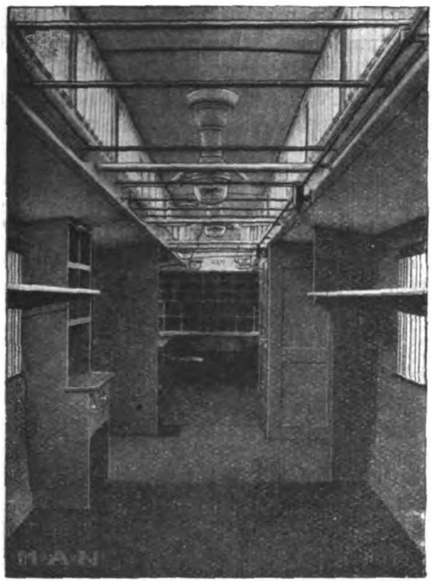


Abb. 37. Inneres des Bahnpostwagens der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

IV. Sonderwagen.

Der Eisenbahnbetrieb hat sich in den letzten Jahren in technischer Beziehung so vielseitig ausgestaltet, dafs die Herstellung und Verwendung verschiedenartiger Dienst-Sonderwagen im Interesse einer besseren und schnelleren technischen Ausbildung des Personals und einer raschen und sachgemäfsen Durchführung technischer Aufgaben eine zwingende Notwendigkeit wurde. Auf der Deutschen Verkehrsausstellung konnte man sich an Hand der ausgestellten Sonderwagen überzeugen, wie an dieser Aufgabe bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gearbeitet worden ist. An Sonderwagen waren zu sehen: Unterrichtswagen, Psychotechnischer Prüfwagen, Beleuchtungs- und Kraftwagen, Brückenmefsgerätewagen, Brückenschlosserwagen, Hilfsgerätewagen und eine Schneeschleuder.

Die Reichsbahndirektion Osten hatte einen Unterrichtswagen für das Fernmeldewesen ausgestellt, der den Zweck hat, die im Betriebe tätigen Bahnmeister, Stations-, Telegraphen- und Fernsprechbeamten, sowie auch Leitungsaufseher in der Wirkung, Bedienung und Unterhaltung der Fernmeldeanlagen einheitlich auszubilden (siehe Taf. 10, Abb. 5 und 6). Der 17,65 m lange Wagenkasten ist in einen Unterrichtsraum und in einen Lehrmittelraum eingeteilt. Der Wagen ist eingehend beschrieben in »Glasers Annalen« 1925, S. 271.

Der von der Reichsbahndirektion Dresden ausgestellte psychotechnische Prüfwagen ist ein ehemaliger Salonwagen, der mit den Prüfeinrichtungen zur Eignungsuntersuchung an Lokomotivbediensteten ausgestattet ist (Abb. 38). Der Wagen zerfällt in drei Teile: einen allgemeinen Prüfraum, von 7,75 m Länge, einen Mittelteil, der in zwei kleine, zusammengehörige Prüfzellen für Augenuntersuchung und in einen Gang unterteilt ist, und einen gröfseren Raum, der als sogenannte Fahrerprobe eingerichtet ist. In diesem ist eine Reiztafel angebracht, die ein Streckenbild darstellt. Durch Einschalten von verschiedenen farbigen Lichtern können auf dieser Tafel alle möglichen Signalbilder und Betriebsverhältnisse in richtiger Reihenfolge nacheinander zur Darstellung gebracht werden. Im Prüfstand sind Hebelschalter mit der gleichen Bedeutung genau so angeordnet, wie im Führerhaus einer Lokomotive. Der Prüfling hat auf die an der Wandtafel erscheinenden Reizsignale die erforderlichen Hebelbewegungen genau so auszuführen, wie im wirklichen Betriebsfalle. Ein sinnreich angeordnetes elektrisches Zählwerk bucht automatisch nicht nur die Zahl der richtigen und falschen Hebelgriffe des Prüflings, sondern auch den Zeitablauf vom Erscheinen des Reizbildes bis zur Ausführung der Bewegung. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, ein gänzlich einwandfreies, vom Prüfer unbeeinflufstes Prüfungsergebnis zu erzielen. Zur Versorgung des Wagens und der Prüfgeräte mit Licht und Kraft wurde der Wagen mit einer eigenen elektrischen Kraftanlage ausgestattet, die aus einer kleinen Gleichstromdynamo von 150 Watt, einer Pufferbatterie von zwölf Zellen und einer Schalttafel besteht. Der Antrieb erfolgt durch Gleich- oder Wechselstrommotor von 110/220 Volt. Die Hochspannung wird dem Bahnhofsnetz entnommen, wofür an beiden Enden des Wagens Anschaltstellen vorgesehen sind. Die Eignungsuntersuchungen sind bei der Deutschen Reichsbahn seit einigen Jahren eingeführt. Der Zugang zur Lokomotivführerlaufbahn wird jetzt vom Bestehen einer solchen Eignungsprüfung abhängig gemacht. Der Prüfwagen gestattet, die Untersuchung an Ort und Stelle abzunehmen, wodurch erheblich an Kosten gespart wird. Eine kurze Beschreibung des ersten, behelfsmäfsig eingerichteten sächsischen Prüfwagens mit ausführlicheren Bemerkungen über die Prüfungen selbst findet sich in der Z. d. V. D. E. V., 1924, Nr. 40, S. 772.

Die Reichsbahndirektion Karlsruhe hatte einen von ihr entworfenen und eingerichteten Beleuchtungs- und Kraftwagen zur Ausstellung gebracht. Als Wagenkasten wurde ein zweiachsiger, gedeckter Güterwagen mit einer Kastenlänge von 8 m verwendet. Der Beleuchtungs- und Kraftwagen ist für Tunnelunterhaltungsarbeiten, für nächtliche Aufräumungsarbeiten bei Eisenbahn-Unfällen und als Kraftbetriebswagen (Werkstättewagen) für Umbauarbeiten auf freier Strecke bestimmt (siehe Taf. 11, Abb. 1 bis 4). Die Einrichtung des Wagens besteht im wesentlichen aus einem 5 PS Benzinmotor, einer 3 kW Gleichstromdynamo mit Schalttafel, einem Werkzeugschrank, einer Werkbank mit Schraubstock, einer Feldschmiede, einem Amboſs, einer Schnellsägemaschine, einer Bohrmaschine,

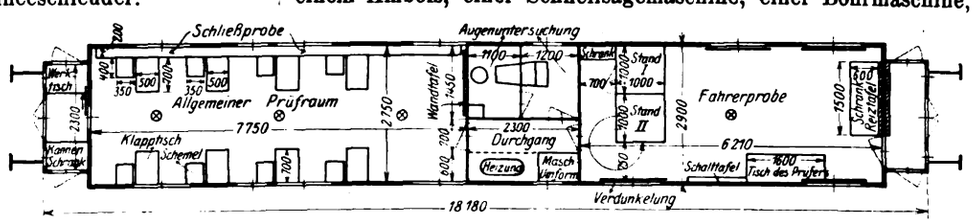


Abb. 38. Prüfungswagen der R. B. D. Dresden.

beide elektrisch angetrieben, einer an der Decke in Mitte der Wagentüren angebrachten, auf 1 m ausziehbaren Laufkatze mit einem Flaschenzug für 600 kg Tragfähigkeit und dem nötigen Material an zerlegbaren Masten, Glühlampen und Kabelleitungen für eine Streckenbeleuchtung auf etwa 500 m. Nötigenfalls kann bei länger dauernden Streckenarbeiten der Benzinmotor samt Dynamo mittels des Flaschenzuges vom Wagen abgeladen und neben dem Bahngleis aufgestellt werden. In diesem Falle wird eine im Wagen mitgeführte, zerlegbare Wellblechschutzhütte über dem Maschinensatz aufgestellt.

Die Reichsbahndirektion Hannover war auf der Ausstellung durch einen Brückenmefsgerätewagen und einen Brückenschlosserwagen vertreten.

Der Brückenmefsgerätewagen (Taf. 11, Abb. 5 bis 8)

Digitized by Google

hat den Zweck, die laufende Untersuchung von Brücken auf bequeme Weise zu ermöglichen. Hierfür ist der Wagen in der Hauptsache mit einem Schwingungsmesser, einem Durchbiegungsmesser und mehreren Spannungsmessern ausgerüstet. Diese Apparate sind so ausgebildet, dafs sie bei der Probebelastung durch einen fahrenden Zug den Verlauf der ausgelösten Schwingungen, Durchbiegungen und Stabspannungen bildlich auftragen. Aus diesen Aufschreibungen läfst sich dann ein sicheres Bild über den augenblicklichen Zustand und die Belastungsmöglichkeit der untersuchten Brücke gewinnen. Der Wagen ist durch Umbau eines alten dreiachsigen Abteilwagens 4. Klasse mit einer Kastenlänge von 10,5 m entstanden. Der Wagenkasten ist so eingeteilt, dafs sich am einen Ende ein 6,2 m langer Werkraum und am anderen Ende ein 3,1 m langer Aufenthaltsraum befindet. Zwischen beiden ist ein Abort und Waschraum, sowie ein Kleiderschrank untergebracht. Der Aufenthaltsraum ist mit zwei ausziehbaren Polsterbänken, Gepäcknetzen, einem weiteren Kleiderschrank, einem Tisch, Ofen und Gaskocher und Kohlenkasten ausgestattet. Im Werk- und Geräteaufbewahrungsraum sind an den beiden Stirnseiten und einer Längswand Gestelle derart angeordnet, dafs die Gerätekästen an Ort und Stelle aufgeklappt und die Instrumente in dieser Lage aus ihnen herausgenommen werden können. Aufserdem sind in diesem Raum noch eine Werkbank mit Spind, ein Kleiderkasten, zwei Wandschränke, Ofen und Kohlenkasten, eine kleine Treppe, eine Bank und zwei Hocker untergebracht. Auf dem Wagendache werden zwei Leitern zu je 5 m und eine von 7 bis 9 m angeschlossen. Über einen älteren Brückenprüfungswagen, der seit 1910 bei der Reichsbahndirektion Hannover in Benutzung ist, wurde im Heft 5 der »Bautechnik« Jahrgang 1923 schon berichtet.

Der ebenfalls von der Reichsbahndirektion Hannover ausgestellte Brückenschlosserwagen dient zur Unterhaltung und Vornahme kleinerer Instandsetzungsarbeiten von Brücken auf freier Strecke. Der Wagen ist zugleich Wohnwagen für die Brückenschlosser, so dafs die weiten Hin- und Rückfahrten vom Heimatsort zur Brückenarbeitsstelle vermieden werden (siehe Taf. 11, Abb. 9 bis 12).

Für den Brückenschlosserwagen wurde ein älterer, dreiachsiger Personengepäckwagen verwendet. Der Packmeisterraum wurde als Aufenthaltsraum für vier Schlosser umgebaut. Die vorhandenen Spinde wurden entfernt und an den Längswänden Sitze und darüber umklappbare Pritschen angebracht, so dafs sich vier Liegeplätze ergaben. Die sonstige Ausrüstung des Aufenthaltsraumes besteht aus einem Tische, zwei Hockern, einem Gaskocher, einem Rettungskasten und Gepäckborden. An den Aufenthaltsraum schliefst sich ein Abort, sowie ein Wasch- und Umkleideraum an Den beiden genannten Räumen gegenüber sind vier Kleiderspinde angeordnet. Der übrige Raum des Wagenkastens dient als Werkraum. Das frühere Hundeabteil an der Wagenstirnwand ist zur Aufbewahrung von Bohlen und Gerüsteisen hergerichtet, die unmittelbar durch die Aufsentür des kleinen Abteils ein- und ausgeladen werden können. Im Werkraum selbst sind untergebracht: Feldschmiede, Ambofs, Werkbank mit Schraubstock, vier hydraulische Hebeböcke mit je 100 t Tragkraft, ein Schrank mit dem nötigen Werkzeug, sowie ein Ofen, ein Gaskocher und Kästen für die gebräuchlichsten Sorten von Nieten und Heftschrauben. Auf dem Wagendache befinden sich sechs Gerüstbäume von 5,2 m Länge, sowie zwei Leitern von je 3,7 m und eine solche von 7,0 m.

Die Reichsbahndirektion Halle hatte einen Hilfsgerätewagen mit einer Kastenlänge von 17,6 m und einem Dienstgewicht von 41 t zur Ausstellung gebracht (Abb. 39). Der Gerätewagen entstand durch Umbau eines vierachsigen D-Zug-Gepäckwagens. Er dient dazu, die bei Eisenbahnunfällen erforderlichen Gleisaufräumungsarbeiten rasch und erfolgreich durchführen zu können. Zu diesem Zwecke ist der Wagen mit allen hierfür in Betracht kommenden Geräten und Werkzeugen ausgerüstet worden. Es seien hier nur die wichtigsten Einrichtungsgegenstände genannt, wie zwei Feuerlöscher, ein Streckenfernsprecher, ein Rettungskasten, 140 Stück Magnesiumfackeln, eine Benzolgasbeleuchtungsanlage, sowie sechs Karbid- und fünf Petroleumlaternen, ein Roll- und ein Gleitschemel, zwei Paar Aufgleisschuhe, ein Flaschenzug, vier Lokomotivheber, acht Lokomotivwinden, zehn Wagenwinden, vier Doppelhubwinden, zwei Wagenheber, 140 Windebohlen aus Eiche, 40 m Drahtseil, ein Prefslufthammer, ein Sauerstoffschneidgebläse, vier Sauerstoffflaschen, eine grofse Zahl von Handwerkzeugen, wie Sägen, Äxte, Beile, Hämmer, Zangen usw., sowie endlich eine Werkbank. Unter dem Wagendach sind noch zwei Hebe- und zwei Stützbäume, sowie eine zusammenlegbare Tragbahre für Kranke angebracht. Unter dem Wagen befinden sich zwei je 7 m lange Sprossenleitern, sowie ein 6 m langer Feuerhaken.

Die Reichsbahndirektion Königsberg zeigte eine in ihrem Auftrag von der Firma Henschel & Sohn, G. m. b. H., Cassel erbaute Schneeschleudermaschine (Abb. 40). Die Maschine läuft auf vier Achsen, von denen je zwei in einem Drehgestell vereinigt sind und besteht in ihren Hauptteilen aus dem Rahmenbau mit Laufwerk, dem Führerhaus, dem Kessel, der Antriebmaschine und dem Schleuderrad mit seinem Gehäuse. Das Führerhaus erstreckt sich über die ganze Länge der Schneeschleuder. Die Antriebmaschine wird vom Innern des Führerhauses aus bedient und gesteuert, so dafs das Personal gegen alle Witterungseinflüsse vollkommen geschützt ist. Die hintere Hälfte des Rahmens trägt den Lokomotivkessel gewöhnlicher Bauart mit den

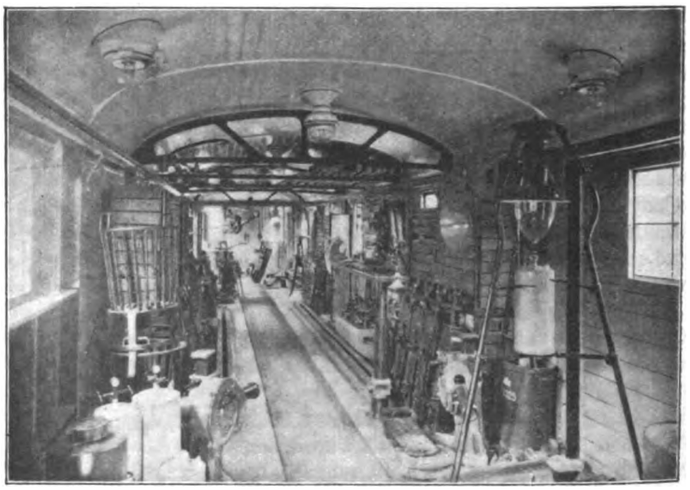


Abb. 39. Hilfsgerätewagen der R. B. D. Halle.

nötigen Sicherheits- und Speiseeinrichtungen. Der dem Kessel entnommene Dampf wird einer umsteuerbaren Zwillingsdampfmaschine zugeführt, deren beide Zylinder seitlich neben dem Kessel angeordnet sind. Diese wirken nach vorn auf zwei querliegende Antriebswellen, welche ihre Umdrehung durch ein Kegelradgetriebe auf die eigentliche Schleuderradwelle übertragen. Am vorderen Ende der parallel zum Gleis liegenden Schleuderradwelle sitzt das Schleuderrad selbst, das sich also quer zur Fahrtrichtung dreht. Dieses Schleuderrad besteht aus einer Anzahl auf einer kreisrunden Planscheibe befestigter Blechtrichter, die an der Vorderseite aufgeschnitten sind und an den so gebildeten Kanten stählerne Messer tragen. Die Messer je zweier benachbarter Trichter sind untereinander so verbunden, dafs sie sich, je nach der Drehrichtung, selbsttätig

Digitized by Google

einstellen und mit ihrer vorderen Schneide den Schnee erfassen, den sie ins Innere der Trichter werfen. Der Schnee wird darin von dem mit grofser Geschwindigkeit umlaufenden Schleuderrad herumgeworfen und am oberen Ende des das Rad umgebenden Gehäuses in hohem Bogen quer zur Fahrtrichtung seitwärts geschleudert. Durch eine verstellbare Klappe, die mit der Auswurföffnung verbunden ist, wird die Wurfrichtung nach rechts oder links, je nachdem es die Geländeverhältnisse erfordern, eingestellt. Das Gehäuse des Schleuderrades, das das Rad selbst als ziemlich dicht abschliefsender Zylinder umgibt, erweitert sich nach vorn bis zum Umgrenzungsprofil und füllt dieses bis auf einen Spielraum von etwa 10 mm in einer Höhe von etwa 3 m aus.

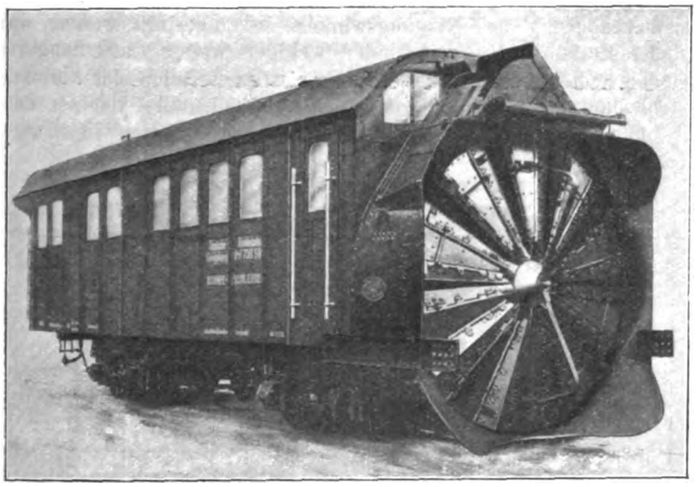


Abb. 40. Schneeschleuder der R. B. D. Königsberg.

Es wird also beim Vorrücken der Maschine der Schnee innerhalb dieses Profiles herausgeschnitten. Das Innere des Führerhauses bietet zu beiden Seiten des Kessels einen Durchgang. Der Führer steht immer vorn, dicht hinter dem Schleuderrad, dessen Wirkung er durch Fenster beobachten kann. Ihm obliegt die Bedienung des Reglers, der Steuerung und der Bremse, welch letztere, sowie die Signalpfeife auch von dem hinter dem Kessel befindlichen Heizer bedient werden kann. Rechts neben dem Führer befindet sich ein Notbremshahn, links neben ihm der Umdrehungszähler. In der Mitte der Vorderwand ist die Umlegevorrichtung für die Leitschaufeln angebracht, die von einem dritten mitfahrenden Manne betätigt wird, der neben dem Führer ebenfalls die Strecke beobachtet. Unter den Stirnfenstern befinden sich die Verstellvorrichtungen für die Drosselschieber des Schneeauswurfes. An der Stirnwand links vorn ist Sprachrohr und Klingelleitung zur Verbindung mit dem hinten stehenden Heizer, der ständig den vorn stehenden Führer im Auge behalten kann. Die Maschine wird durch Druckluft gebremst; die erforderliche Prefsluft wird der Schublokomotive entnommen. Speisewasser und Kohlen werden auf einem besonderen Tender mitgeführt. Die Fortbewegung der Schneeschleuder wird dadurch bewerkstelligt, dafs, je nach den Schneeverhältnissen, ein bis drei Güterzug-Lokomotiven nach vorwärts drücken. Die Verständigung mit diesen Schublokomotiven geschieht durch Pfeifensignale. Die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Schneeschleuder beträgt etwa 6 km/h in frisch gefallenem Schnee bei einer Schneehöhe von etwa 3 m. Niedrigere Schneeverwehungen werden entsprechend schneller durchfahren.

V. Güterwagen.

Die Abteilung Güterwagen war auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 besonders zahlreich beschickt. Eine grofse Anzahl der verschiedensten Selbstentlader, Grofsgüterwagen und Spezialwagen gab beredtes Zeugnis von dem technischen Fortschritt auf diesem Gebiet in den letzten Jahren.

a) Selbstentlader.

Die Firma Gustav Talbot u. Co. m. b. H., Waggonfabriken in Aachen war durch alle Arten von Selbstentladern, wie Bodenentlader, Seitenentlader und Sattelwagen auf der Ausstellung vertreten; insgesamt stellte die Firma Talbot sechs verschiedene Bauarten aus (Abb. 41 bis 46). Sie seien nacheinander kurz beschrieben.

Abb. 41 zeigt einen vierachsigen Bodenentlader, bei dem die selbsttätige Entleerung des Ladegutes nach Freigabe der Verschlüsse zwischen die Schienen stattfindet. Der tief nach unten gebaute Kasten hat drei getrennt angeordnete Ausläufe mit besonderen Verschlüssen, so dafs es möglich ist, Teilentladungen an verschiedenen Stellen vorzunehmen. Die trichterförmig gestalteten Ausfallöffnungen für das Ladegut

Abb. 41. Vierachsiger Talbot-Bodenentlader.

werden durch je zwei pendelnd aufgehängte Klappen verschlossen, die in der Schliefslage in der Mitte der Ausfalläffnung zusammenstofsen. Diese Pendelklappen sind durch geeignete Kurbelgestänge an quer zum Wagen angeordnete Verschlufswellen angeschlossen, die unter Anwendung kleiner Handräder und von Schneckengetrieben zum Öffnen oder Schliefsen in der einen oder anderen Richtung gedreht werden. Der ganz aus Eisen gefertigte Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen mit Blattfedern abgefederten Drehgestellen, von welchen das eine mit einer achtklötzigen Spindelbremse ausgerüstet ist. Die Achslager sind mit Olor-Schmiervorrichtung versehen.

Abb. 42 zeigt einen vierachsigen Sattelwagen für ein Ladegewicht von 40 t, der zum Transport von Gips bestimmt ist. Der Kasten ist deshalb mit einer aus Eisenblech bestehenden Bedachung versehen, in der entsprechende Füllklappen zur Beladung des Wagens angebracht sind. Das Dach ist durch bequem angeordnete Leitern und Laufroste zugänglich. Der Kasten hat einen tiefliegenden sattelförmigen Boden und an beiden Längsseiten grofse Entladeklappen. Durch Drehen eines auf der Endbühne des Wagens angebrachten Handrades werden die Klappen beider Seiten gleichzeitig geöffnet oder geschlossen; die selbsttätige Entladung erfolgt also nach beiden Seiten gleichzeitig. Ein nicht gewolltes Öffnen wird durch eine vor der

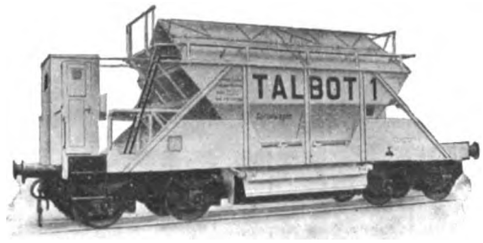


Abb. 42. Vierachsiger Talbot-Sattelwagen.

Entladung umzulegende und beim Schliefsen sich wieder selbsttätig einstellende Sicherung vermieden. Der Wagen ist aufser mit Handbremse und geschlossenem Bremserhaus auch mit Kunze-Knorr-Luftdruckbremse ausgerüstet, die mit 16 Bremsklötzen auf beide Drehgestelle wirkt.

Digitized by Google

Der Wagen nach Abb. 43 ist ein zweiachsiger Seitenentlader für eine Nutzlast von 28 t und mit einem Kasteninhalt von 35 m³. Dieser Wagen ist zur Verwendung in Hüttenwerken bestimmt und mit Rücksicht auf die stärkeren Beanspruchungen in solchen Betrieben besonders kräftig gebaut.

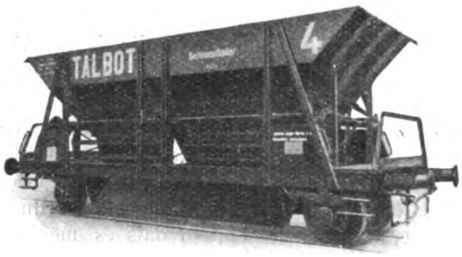


Abb. 43. Zweiachsiger Talbot-Seitenentlader.

Die Kastenwände bestehen aus 8 mm starken Blechen und sind mit einer Neigung von 50° bzw. 60° angeordnet, so dafs sich für den Wagen aufsergewöhnlich grofse Abmessungen ergeben. Der Inhalt kann beliebig sowohl nach der einen oder anderen Längsseite, als auch nach beiden Längsseiten gleichzeitig entladen werden.

Bei dem vierachsigen Grofsgüterwagen nach Abb. 44 für ein Ladegewicht von 50 t kann der ganze Kasteninhalt beliebig nach der einen oder anderen Seite entleert werden. Die gesamte Bedienung, d. h. das Öffnen und Schliefsen der

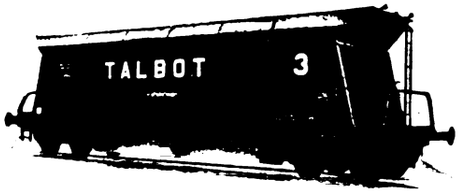


Abb. 44. Vierachsiger Grofs-Talbotwagen.

Klappen, erfolgt ausschliefslich von den Endbühnen aus. Im Gegensatz zu dem zweiachsigen Wagen werden hier die Verschlufsvorrichtungen wegen des erheblich gröfseren Klappengewichtes durch Handräder mit Zahnradvorgelegen betätigt.

Auch der zweiachsige Talbotwagen nach Abb. 45 für eine Nutzlast von 20 t bei 23,5 m³ Kasteninhalt hat den kennzeichnenden dreieckförmigen Kastenquerschnitt mit darunter angeordneten dachförmigen Abrutschblechen für das Ladegut. Die Entleerung kann beliebig nach rechts oder links oder auch

Abb. 45. Zweiachsiger Talbot-Seitenentlader.

nach beiden Seiten zugleich vorgenommen werden. Neuartig ist die Ausbildung der Entladeklappen, die durch konsolartige Ausbauten bei verhältnismäfsig geringem Gewicht und grofser Länge aufserordentlich widerstandsfähig gestaltet sind. Der Schwerpunkt dieser Klappen wird durch die erwähnten Ausbauten in eine so günstige Lage zu ihren Drehpunkten gebracht, dafs zum Schliefsen nur geringe Kraft erforderlich ist. Im übrigen geschieht das Öffnen und Schliefsen der Klappen wie bei den oben beschriebenen Wagen.

Abb. 46 stellt einen zweiachsigen Talbot-Selbstentladewagen mit regelbarer Entladung zur Beschotterung von Gleisstrecken dar für ein Ladegewicht von 20 t und mit einem Kasteninhalt von 13 m³. Die Ausfallöffnungen des Kastens sind durch Rundschieber verschlossen, die von der Endbühne aus durch Gewindespindeln oder einfache Handhebel bewegt werden. Durch Rückwärtsbewegung der mehr oder weniger weit geöffneten Schieber kann die Entladung nach Belieben geregelt oder ganz unterbrochen werden. Unterhalb des Kastens sind in der üblichen Weise dachförmige Abrutschbleche vorgesehen. Der untere Teil dieser Bleche ist beweglich und kann unter Veränderung des Neigungswinkels so eingestellt werden, dafs die Entladung in mehr oder weniger weiter Entfernung von den Schienen stattfindet. In den mittleren Teilen der Abrutschbleche sind Klappen vorgesehen, die ebenfalls von der Endbühne des Wagens aus durch einfaches Umlegen zugehöriger

Abb. 46. Zweiachsiger Talbot-Selbstentlader zur Beschotterung von Gleisstrecken.

Handhebel in die Offenstellung gebracht werden können. Je nach der Stellung dieser Klappen und der Verschlufsschieber des Wagenkastens erfolgt die Entladung des Schotters links oder rechts, links und rechts gleichzeitig, zwischen die Schienen, linksseitig und zwischen die Schienen, oder rechtsseitig und zwischen die Schienen, oder beidseitig und zwischen die Schienen zugleich. Infolge dieser vielfachen Entlademöglichkeiten im Zusammenhang mit der leicht regelbaren Entladung kann der Schotter immer an denjenigen Stellen entladen werden, wo er zur Ausbesserung der Strecke gebraucht wird.

Abb. 47. Grofsraumbodenentleerer von J. P. Goossens, Lochner & Co., Brand bei Aachen.

Die Firma J. P. Goossens, Lochner u. Co., Waggonfabrik, Brand bei Aachen hatte einen vierachsigen Grofsraumbodenentleerer für 50 t Nutzlast zur Ausstellung gebracht (Abb. 47).

Der Wagen, der einen Fassungsraum von 65 m³ ohne Überlastung aufweist, dient zur Beförderung leichter Schütt-

Digitized by Google

güter von durchschnittlich 750 kg/m³ Nutzraum. Die Merkmale dieses Wagens werden wie folgt zusammengefafst: Die Drehgestelle besitzen eine erhöhte Kurvenbeweglichkeit, indem die Last mit Hilfe besonderer Stützpendel unter Überwindung der rollenden Reibung beim Bogenfahren nach den Seitenwangen übertragen wird, im Gegensatz zu den meist üblichen Ausführungsarten, bei denen die Last in der Hauptsache von der Mitte des Drehgestells aufgenommen wird, während die seitlichen Gleitbacken beim Bogenfahren einen erheblichen gleitenden Reibungswiderstand bieten. Die Verschlufseinrichtung für die Bodenklappen ist durch einen Bedienungsmann zentral zu betätigen. Die Klappen werden von ein und demselben Bedienungsstand aus geöffnet und geschlossen. Die Zugvorrichtung des Wagens ist durchgehend in anbetracht der aufserordentlichen Kräftewirkung in Grofsraumgüterwagenzügen. Die Abbremsung der beiden Drehgestelle erfolgt von einer Bedienungsbühne aus mittels einer Vierklotzhandspindelbremse in Verbindung mit einer Luftdruckbremse, Bauart Kunze-Knorr.

Die Deutsch Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A. G., Dortmunder Union stellte einen zweiachsigen Selbstentlader aus, der zur Beförderung von Massengütern wie Kohle und dergl. dient und 25 m³ fafst (Abb. 48). Die Neigung der Kasten- und der Rutschbleche ist bei diesem

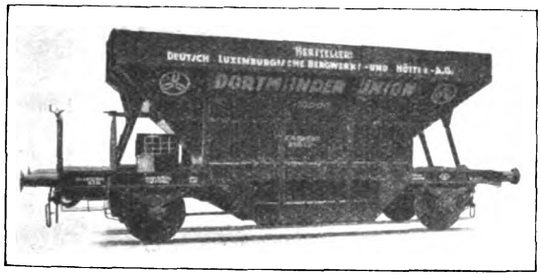


Abb. 48. Selbstentlader der Dortmunder Union.

Wagen sehr grofs gehalten, um eine schnelle Entleerung zu ermöglichen; in 65 Sekunden entladet der Wagen vollständig. Der Wageninhalt wird an einer Transportanlage in einen Trichter entladen, durch den die zu befördernde Kohle oder dergl. auf ein endloses Förderband fällt, das sie zur Verbrauchsstelle, Bunker usw., bringt. Deshalb mufsten die Abrutschöffnungen am Wagen in der entsprechenden Breite gehalten werden, zu welchem Zweck die Seitenwände der Rutschen eine Einschnürung erfahren haben. Die Entladung des Wagens kann auf den zwei Seiten wahlweise erfolgen, die Entladeeinrichtung kann mittels Handrad oder Hebel betätigt werden.

Die Siegener Eisenbahnbedarf A. G., Siegen war auf der Ausstellung durch einen dreiachsigen Selbstentlader für schwere Schüttgüter, Erze usw., mit einem Ladegewicht von 30 t vertreten. Dieser Wagen ist bereits in »Glasers Annalen«, 1924, Nr. 1138 beschrieben worden.

Die Waggonfabrik H. Fuchs, A. G., Heidelberg hatte einen für die Reichsbahndirektion Karlsruhe gebauten vierachsigen Selbstentlader für Gleisbeschotterung mit einem Ladegewicht von 42 t zur Ausstellung gebracht (Abb. 49). Die Entladung geschieht durch seitlich am Kasten angebrachte Rundschieber die durch Handrad in Verbindung mit Zahnradgetriebe in Bewegung gesetzt werden können. Diese Schieber sind so einstellbar, dafs abgestuft ganz geringe und gröfsere Mengen Schotter entladen werden können. Die Rutschbleche sind nach oben und unten verstellbar, sowie nach den Seiten herausschiebbar angeordnet und zwar so, dafs bei Betätigung eines Handrades in Verbindung mit Kettenrädern und Ketten beim Hochgehen des Rutschbleches zu gleicher Zeit sich ein darunter liegendes Rutschblech vorschiebt. Hierdurch ist es möglich, den Schotter ganz nahe an das Gleis, sowie in verschiedenen Entfernungen davon, je nach Einstellung des Rutschbleches zu entladen. Diese Einrichtung ist zum D. R. P. angemeldet. Die sonstigen Entlademöglichkeiten sind dieselben, wie bei dem oben beschriebenen Gleisbeschotterungswagen der Firma Talbot.

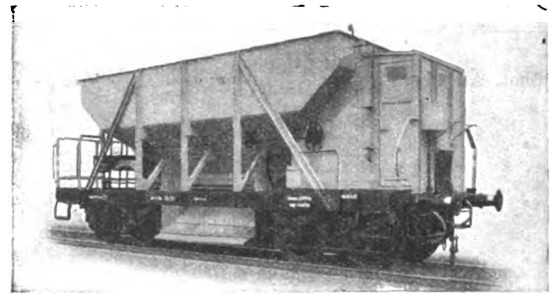


Abb. 49. Selbstentlader für Gleisbeschotterung von H. Fuchs, Waggonfabrik A. G., Heidelberg.

Die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Selbstentladern zur Gleisbeschotterung steht aufser Zweifel. Ein mit Schotter beladener gewöhnlicher 15 t Güterwagen kann im günstigsten Falle von sechs Mann in etwa einer Stunde entladen werden, während ein 15 t Schotterselbstentlader je nach Einstellung der Schieber von einem Mann in etwa zwölf Minuten entladen werden kann. Die Lohnkosten für das Entladen betragen also in diesem Falle nur rund $^1/_{30}$ gegenüber den Lohnkosten bei Entladen von Hand. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich natürlich auch bei den Selbstentladern für andere Schüttgüter, wie Erze, Kohle, Futtermittel usw.

In Zusammenstellung III sind die Hauptmafse der ausgestellt gewesenen Selbstentlader übersichtlich aufgeführt. Das nutzbare Ladegewicht und der nutzbare Ladeinhalt je Tonne Eigengewicht hängt sowohl von der Art des Ladegutes, wie von der Gröfse des Wagens und der Bauart ab. Ein Vergleich zwischen dem von der Firma Talbot ausgestellten vierachsigen Grofsraumbodenentleerer für Kohlentransporte mit einem Ladegewicht von 50 t (Abb. 41) und dem von der Dortmunder Union ausgestellten zweiachsigen Selbstentlader für Kohlen mit einem Ladegewicht von 20 t (Abb. 48) zeigt den Vorteil der Grofsgüterwagen; das nutzbare Ladegewicht je t Eigengewicht verhält sich für diese beiden Wagen wie 2,36/1,57; während das Verhältnis des nutzbaren Ladeinhaltes je t Eigengewicht 2,83/1,96 beträgt.

b) Spezialgüterwagen.

An solchen waren auf der Ausstellung zu sehen: ein Tiefladewagen, ein Schwerlastwagen, ein Kohlenstaubwagen, ein Topfwagen, sowie zwei Kesselwagen.

Besondere Aufmerksamkeit erregte der zwölfachsige Tiefladewagen für eine Nutzlast von 110 t, der von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G. (M.A.N.) für das Bayernwerk München gebaut wurde (Abb. 50). Bekanntlich können die grofsen Transformatoren neuzeitlicher Elektrizitätswerke selbst auf den sonst üblichen Sonderwagen nicht mehr verladen werden, da sie die bahnamtlich vorgeschriebene Umgrenzungslinie in der Höhe weit überschreiten würden. Es sind daher besondere Einrichtungen notwendig, bei denen der Transformator möglichst niedrig liegt. Der Abstand zwischen Schienenoberkante und Ladefläche mufs daher bis auf die äufserste Grenze des Möglichen herabgedrückt werden. Für den Transformatorenwagen des Bayernwerkes A. G. München stand eine Bauhöhe von nur 800 mm zur Verfügung. Der Wagen ist für eine Tragfähigkeit von 110 t gebaut und wiegt 82,6 t. Seine Länge von Puffer zu Puffer gemessen,

Digitized by Google

Zusammenstellung III. Selbstentlader.

Abbildung	Firma	Wagenart	Drehzapfenabstand m	Radstand des Wagens bzw. des Drehgestells m	Obere Kastenlänge m	Gesamtlänge über Puffer m	Gesamthöhe m	Länge der Entladeöffnung m	Lade- Gewicht t	Lade- Inhalt m³	Eigengewicht t	Nutzbares Ladegewicht je t Eigengewicht t	Nutzbarer Ladeinhalt je t Eigengewicht m³	Ladegut
41	Talbot, Aachen	Vierachsiger Bodenentlader	9,25	1,55	10,3	13,5	3,4	—	50	60	21,1	2,36	2,83	Kohle
42	„ „	Vierachsiger Sattelwagen	6,6	1,8	5,5	11,1	4,15	3,0	38	25	22,4	1,7	1,11	Gips
43	„ „	Zweiachsiger Seitenentlader	—	6,4	7,86	9,5	3,58	4,8	28	35	14,7	1,9	2,38	Erze
44	„ „	Vierachsiger Grofsgüterwagen	10,0	1,55	12,0	14,25	4,0	6,85	50	65	28,25	1,77	2,3	Schüttgüter
45	„ „	Zweiachsiger Selbstentlader	—	5,0	6,98	8,65	3,22	3,15	20	23,5	11,65	1,72	2,02	Schüttgüter
46	„ „	Zweiachsiger Schotterwagen	—	3,0	4,7	6,2	3,12	1,2	20	13	10,6	1,88	1,23	Schotter
47	Goossens, Lochner & Co., Brand	Vierachsiger Grofsraumbodenentlader	9,5	1,5	11,1	13,0	3,4	2 × 2,8	50	65	24,5	2,04	2,65	Leichte Schüttgüter
48	Dortmunder Union	Zweiachsiger Selbstentlader	—	5,5	6,84	9,4	3,62	2,20	20	25	12,7	1,57	1,96	Kohle
—	Siegener Eisenbedarf	Dreiachsiger Selbstentlader	—	6,6	7,1	10,0	—	—	30	20	15,0	2,0	1,33	Erze
49	H. Fuchs Heidelberg	Vierachsiger Schotterwagen	5,34	1,4	6,46	9,44	3,6	2,5	42	27	20,5	2,04	1,32	Schotter

beträgt 26,16 m. Der gekröpfte Tragrahmen von 15,7 m Stützweite, dessen Querschnitt wegen der geringen zulässigen Höhe sehr grofse, in die Breite gezogene Abmessungen erhalten mufste, ruht auf zwei drehbaren Untergestellen, von denen jedes wieder aus je zwei dreiachsigen Drehgestellen besteht. Dadurch wird der Wagen sehr gelenkig und kann selbst kleine Kurven durchfahren. Die sechsachsigen Doppel-Drehgestelle lassen sich um 90° ausdrehen, so dafs der Wagen auch in Fällen, wo die Verbindung zwischen Bahn- und Transformatorzellengleise nur über Drehscheiben möglich ist, benutzt werden kann. Der Verbindungsrahmen ist auf beiden Stirnseiten über das vordere Drehgestell vorgezogen und mit den Zug- und Stofsvorrichtungen und dem Bremshaus versehen, so dafs die Zug- und Stofskräfte unmittelbar auf den Zapfen des Tragrahmens übergeleitet werden. Die Nutzlast, sowie das Eigengewicht des Tragrahmens wird von besonderen Tragrollen getragen; der Zapfen dient lediglich als Zug- und Stofsorgan und ist, damit er beim Fahren über Steilrampen nicht abgebogen wird, in einem Kugelring gelagert.

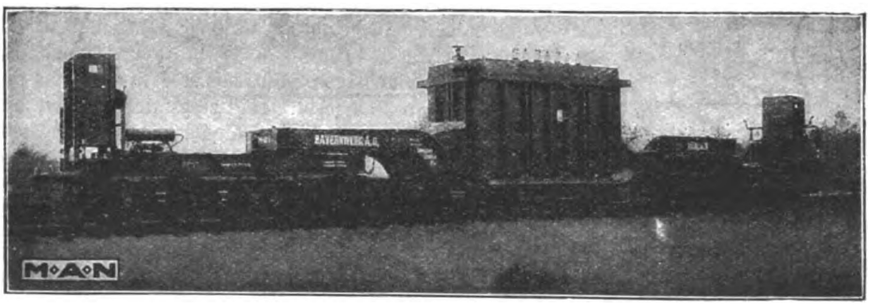


Abb. 50. Tiefladewagen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A. G., Dortmunder Union hatte einen achtachsigen Schwerlastwagen mit einer Tragfähigkeit von 85 t bei einem Eigengewicht von 48,6 t zur Ausstellung gebracht (Abb. 51). Der Tragrahmen ist an den beiden Enden unmittelbar auf je ein vierachsiges Drehgestell gelagert, die wie bei dem oben beschriebenen Tiefladewagen der M A N ebenfalls nach jeder Seite um 90° ausdrehbar sind, so dafs auch hier die Beförderung über Drehscheiben ermöglicht ist. Bei einer Länge der Ladebrücke von 14 m und einer Breite von 2,8 m hat der Wagen eine freie Ladelänge von 7 m und eine Ladebreite von 2,2 m. Es ist damit ein Verladen schwerer, sperriger Maschinenteile ermöglicht. Ein weiterer Vorteil dieser Bauart liegt in den umklappbaren Bremshäusern, wodurch ein leichtes Be- und Entladen sowohl von der Seite, als auch von der Stirnfläche aus vorgenommen werden kann. Nach allgemeiner Einführung eines höheren Achsdruckes kann das zulässige Ladegewicht auf 120 t erhöht werden. Der Wagen ist ausgerüstet mit Kunze-Knorr-Bremse. Die Achslager haben Rollenkettenschmierung, Bauart Schneider-Friedrich. Als Puffer wurden Hülsenpuffer, Regelbauart der D. R. G., verwendet. Die Gesamtlänge des Wagens beträgt 20 m.

Die Waggonfabrik J. P. Goossens, Lochner & Co., Brand bei Aachen zeigte einen zweiachsigen Kohlenstaubwagen mit einem Nutzladeinhalt von 46 m³. Der Wagenaufbau besteht im wesentlichen aus einem liegenden zylindrischen Behälter von 46 m³ Inhalt bei 3,0 m Durchmesser; 5,97 m zylindrischer Länge und 6,7 m Gesamtlänge. An den zylindrischen Mantel, der oben drei Füll- und Mannlochöffnungen besitzt, schliefst sich beiderseits je ein gewölbter Boden aus S. M. Flufseisenblech von 8 mm Stärke an. Der untere Teil des Behältermantels geht in acht Stück muldenförmige Kübel von 7 mm Blechstärke

Digitized by Google

über, deren Seitenwände eine Neigung von etwa 50° gegen die Wagrechte aufweisen. Das ganze Ladegut sitzt also nur auf geneigten Flächen, wodurch es keine Ablagegelegenheit findet und eine restlose Entleerung gewährleistet ist. Der Wagen dient zur Beförderung von rheinischem Braunkohlenstaub, dessen geringes spezifisches Gewicht von 0,43 bis 0,45 den verhältnismäfsig grofsen Nutzinhalt des Wagenbehälters von 46 m³ erforderlich machte. Bei einem Wagengewicht von 12,7 t ergibt sich ein nutzbarer Ladeinhalt von 3,6 m³ je t Eigengewicht, während das nutzbare Ladegewicht nur 1,49 t je t Eigengewicht beträgt. Da der Braunkohlenstaub aus anderen Gegenden Deutschlands, z. B. aus der Niederlausitz oder auch in Kattowitz ein bedeutend höheres spezifisches Gewicht bis 0,56 aufweist, ergibt sich die Möglichkeit, den beschriebenen Wagen auch für ein wesentlich erhöhtes Ladegewicht, etwa 25 t statt 19 t, zu verwenden. Die Bauart des Wagens gestattet diese Erhöhung ohne weiteres. Das nutzbare Ladegewicht je t Eigengewicht erhöht sich in diesem Falle von 1,49 auf 1,96. Die Gesamtlänge des Wagens einschliefslich Puffer ist 8,8 m; der Radstand beträgt 4,0 m. Der Wagen ist mit Achtklotz-Handspindelbremse und Kunze-Knorr-Bremse ausgerüstet.

Abb. 51. Schwerlastwagen der Dortmunder Union.

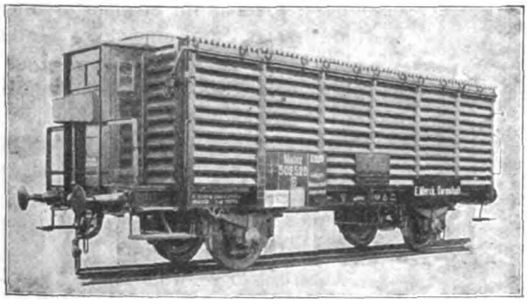


Abb. 52. Gedeckter Topfwagen der Waggonfabrik Gebr. Gastell, Mainz.

Die Waggonfabrik Gebrüder Gastell, G. m. b. H., Mainz-Mombach hatte einen zweiachsigen, bedeckten Topfwagen zur Ausstellung gebracht (Abb. 52). Der Wagen ist ausgerüstet mit zwölf Tontöpfen von je 1000 l Inhalt. Um die darin beförderten chemischen Stoffe vor den Einwirkungen der Hitze und der Sonnenstrahlen zu schützen, ist der Wagen mit geschlossenen Seiten- und Kopfwänden, die Spaltläden besitzen, ausgerüstet. Durch diese Öffnungen kann die Luft zur Kühlung der Töpfe ständig durchstreichen. Um das Füllen und Entleeren der Töpfe leicht bewerkstelligen zu können, ist das aus verzinktem Wellblech bestehende Dach in einzelne Felder eingeteilt, die über den Füllöffnungen abnehmbar angeordnet sind. Diese Felder werden von einem an der Seitenwand durchgehenden Daumenwellen-Verschlufs geschlossen. Der Wagen ist mit Kunze-Knorr-Bremse ausgerüstet und im übrigen nach den Vorschriften des Deutschen Wagenverbandes ausgeführt. Sein Eigengewicht beträgt 15,5 t, sein Ladegewicht 12,5 t.

Die Bayerische Waggon- und Flugzeugwerke Fürth i. B., eine Zweigniederlassung der Gothaer Waggonfabrik A. G., Gotha, stellten einen drei Gruppen-Kesselwagen aus, der für den Transport von kleineren Mengen verschiedener Flüssigkeiten an einen oder mehrere, nicht weit voneinander entfernt wohnende Abnehmer bestimmt ist (Abb. 53). Die drei Kessel haben einen Gesamtinhalt von etwa 18 m³, das Leergewicht des Wagens beträgt 13,3 t, der Radstand 4,0 m. Die einschüssigen Kesselmäntel haben bei einer Stärke von 8 mm einen lichten Durchmesser von 1900 mm. Die Verschlüsse der drei Dome sind die üblichen Bügelverschlüsse. Die Kreuzstutzen unterhalb der Kessel besitzen beiderseits Rohranschlüsse mit Ablaufhähnen. An den Kesselmänteln sind an einer Seite Flacheisenträger für die Laufbrücke und Geländerstützen angenietet. Der Wagen besitzt Kunze-Knorr-Bremse, sowie ein Bremshaus mit Handbremse.

Die Maschinen- und Waggonbau-A. G., Berching, Oberpfalz hatte einen zweiachsigen Kesselwagen üblicher

Abb. 53. Drei-Gruppenkesselwagen der Gothaer Waggonfabrik.

Ausführung mit 19,2 m³ Inhalt zur Ausstellung gebracht. Der Wagen ist ausgerüstet mit einer Acht-Klotz-Handspindelbremse, verbunden mit einer Luftdruckbremse, Kunze-Knorr. Der Radstand beträgt 4,0 m, die gesamte Länge des Wagens, einschliefslich Puffer 8,8 m. Das Eigengewicht des Wagens ist 12,8 t.

c) Lebensmittel- und Kühlwagen.

In dieser Abteilung der Güterwagenausstellung waren zu sehen ein Fischtransportwagen, ein Früchtetransportwagen, ein Milchwagen, sowie mehrere Kühl- und Bierwagen.

Der vierachsige Fischwagen für Schnellzugverkehr ist von der Waggon- und Maschinenbau-A. G. Görlitz (Wumag) gebaut worden (Abb. 54). Die Beförderung von Seefischen erfolgt meist in totem Zustande, da eine Erneuerung des Seewassers während einer Eisenbahnfahrt nicht gut möglich

Digitized by Google

ist. Für Süfswasserfische jedoch, insbesondere für hochwertige Arten (z. B. Karpfen, Schleie, Forellen usw.) ist die Beförderung in lebendem Zustande sehr erwünscht und zweckmäfsig. Voraussetzung hierfür ist die Möglichkeit im Fischwasser den ver-

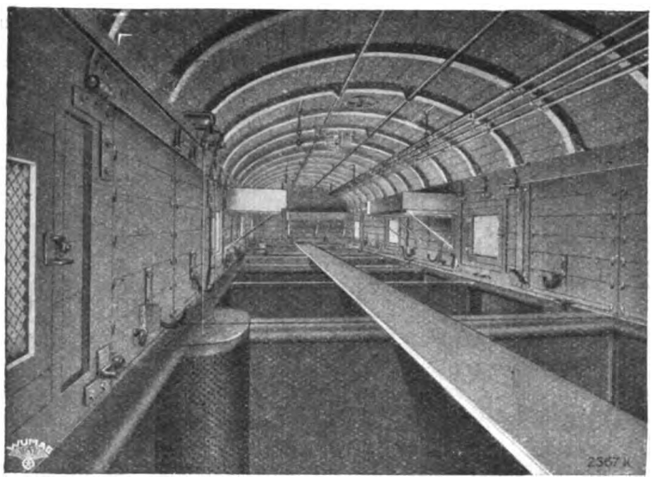


Abb. 54. Inneres des Fischtransportwagens der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz.

brauchten Sauerstoff immer wieder zu ersetzen. Dies kann auf zwei Arten geschehen; entweder durch Belüftung des Wassers, indem man durch eine von einem Verbrennungsmotor angetriebene Pumpe das Wasser in einen an der Wagendecke befindlichen Behälter hochpumpt und von hier in fein verteiltem Zustande in die Fischbehälter herabtropfen läfst oder durch unmittelbare Einführung von Sauerstoff in das Fischwasser. Mit Rücksicht auf die gröfseren Betriebskosten und die Abhängigkeit von der Betriebsfähigkeit des Motors hat sich die Wumag für die zweite Art der Frischhaltung des Wassers entschlossen. 40 Sauerstoffflaschen, wovon 30 im Sauerstofflaschenraum und 10 im Dienstraum untergebracht sind, enthalten die nötige Sauerstoffmenge für längere Beförderungsdauer. Jede Flasche ist mit einem Druckverminderer versehen. Von hier aus führen Rohrleitungen am Dache entlang durch den Fischraum. An diese Rohrleitungen werden Gummischläuche angeschlossen, die mit dem an ihrem Ende befindlichen Sauerstoffverteiler in die Fischbehälter hinabreichen. Im Fischraum, der eine Länge von 12,48 m aufweist, befinden sich vier Fischbehälter aus verzinktem Stahlblech von je 7,8 m³ Inhalt. Jeder Fischbehälter ist mit einem Wellenbrecher versehen und besitzt ein besonderes Abflufsventil. Um im Sommer das Wasser kühlen zu können, sind an jeder Längs- und Stirnwand je ein Eisbehälter vorgesehen. Vier nach innen zu öffnende Klappen auf jeder Längsseite dienen zum Be- und Entladen des Wagens. Auf den über den Behältern liegenden Bohlen kann der Fischwärter von einem Ende des Raumes zum anderen gelangen. Das Dienstabteil ist mit einer gepolsterten Ruhebank und einem Ofen ausgestattet. Die Gesamtlänge des Wagens einschliefslich Puffer ist 17,2 m; das Eigengewicht des Wagens beträgt 34,6 t, das Ladegewicht 25 t.

Die Firma »Jamaica«, Bananen- und Früchtevertrieb G. m. b. H., Bremen, zeigte einen zweiachsigen Spezialwagen für den Bananentransport. Der Wagen hat ein Ladegewicht von 15 t und ein Eigengewicht von 16,8 t. Das Untergestell ist gewöhnlicher Bauart. Die Wände und das hochgewölbte Dach sind doppelt, wobei die Zwischenräume zur Isolierung mit Leichtkorkplatten, Giantpapier und -Pappe ausgefüllt sind. Der untere Teil des Fufsbodens ist in derselben Weise wie die Wände hergestellt und isoliert. Die obere Lage ist durchlöchert, da im Raum zwischen oberer und unterer Lage eine elektrische Heizung eingebaut ist, die im Winter die Früchte vor dem Einfrieren schützt. Sobald die Gefahr einer Überhitzung eintritt, schalten sich die Heizanlagen durch die im Wagenboden liegenden Thermostaten selbsttätig aus. Als Stromquelle für die elektrische Heizung dient eine unter dem Wagen angebrachte Dynamomaschine, welche ihren Antrieb von der Wagenachse aus erhält. Die Innenflächen der Wände sind gepolstert, um die Früchte vor Druckbeschädigungen zu schützen. Zur Erzielung einer grofsen Ladefläche wurde in halber Höhe ein Zwischenboden eingebaut. Während des Sommerverkehrs werden die in die beiden Stirnwände eingebauten Lüftungsklappen geöffnet und die isolierten Wagentüren durch besondere, sogenannte Sommertüren mit Luftspalten ersetzt, um eine gute Lüftung des Wageninneren zu ermöglichen. Der Wagen ist mit einer achtklötzigen Handspindelbremse mit Bremserhaus und Luftdruckbremse Kunze-Knorr sowie mit Hülsenpuffern ausgerüstet.

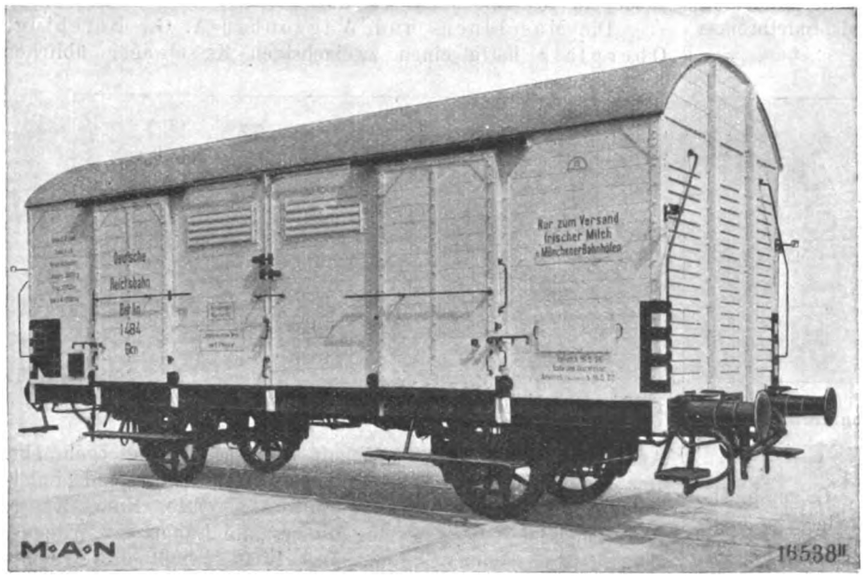


Abb. 55. Milchwagen bayerischer Bauart von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (M.A.N.) hatte einen zweiachsigen Milchwagen bayerischer Bauart zur Ausstellung gebracht (Abb. 55 und 56).

Auf einem gewöhnlichen zweiachsigen Untergestell mit einem Radstand von 4,5 m sitzt der 8,3 m lange Wagenkasten. Die besonderen Merkmale des Wagenkastens sind das hochgewölbte Dach, zwei Schiebetüren auf jeder Längsseite, Lüftungseinrichtungen in den Stirnwänden und aufklappbare Tragroste im Wageninnern für die bequeme Unterbringung einer grofsen Anzahl von Milchkannen. Diese Milchwagen laufen meist als Kurswagen in bestimmten Personenzügen. Die Anordnung von zwei Wagentüren auf jeder Längsseite ermöglicht das Verladen der Milchkannen gleichzeitig an zwei Stellen, so dafs die für das Verladegeschäft meist zu kurzen Stationsaufenthalte nicht mehr überschritten werden müssen. Das Eigengewicht des Wagens beträgt 12,88 t, das Ladegewicht ist 15 t. Der Wagen ist mit Luftdruckbremse und mit Hülsenpuffern ausgerüstet.

An Kühl- und Bierwagen waren von den nachfolgenden

Digitized by Google

Firmen teils eine, teils zwei verschiedene Bauarten zur Ausstellung geschickt worden: Deutsch Luxemburgische Bergwerks- u. Hütten-A. G., Dortmunder Union; Gothaer Waggonfabrik A. G., Gotha zusammen mit den Bayerischen Waggon- und Flugzeugwerken, Fürth i. B.; Maschinen- und Waggonbau A. G., Berching, Oberpfalz; Süddeutsche Waggonfabrik G. m. b. H. & Co., München-Mittersendling; Waggonfabrik Jos. Rathgeber, A. G., München-Moosach und Waggonfabrik A. G. Uerdingen (Rhein).

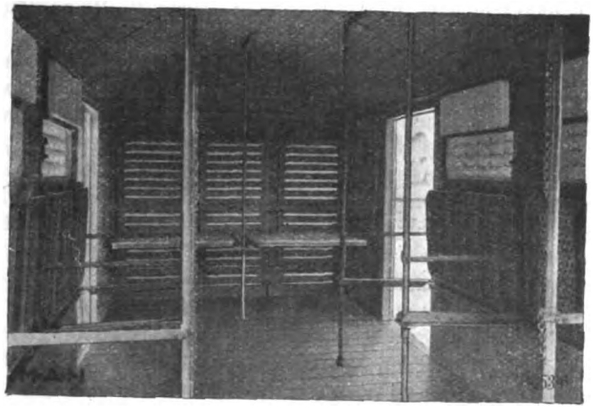


Abb. 56. Inneres des Milchwagens bayerischer Bauart.

Da die ausgestellten Wagen in vielen Bauteilen übereinstimmten, mufs, um Wiederholungen zu vermeiden, darauf verzichtet werden, alle Wagen zu beschreiben.

Die Maschinen- und Waggonbau A. G. Berching hatte als Sonderausführung einen dreiachsigen Kühlwagen für Bierversand mit Achtklotz-Handspindelbremse, verbunden mit der Luftdruckbremse Kunze-Knorr und tiefliegendem Bremshaus ausgestellt, bei dem der Aufbau des Kastengerippes Beachtung verdient (Abb. 57). Es besteht aus Eisen, wobei die Boden- und Dachlangrahmen mit den Eck-, Seiten- und Türrungen mittels grofser Knotenbleche untereinander verbunden sind. Aufserdem sind gitterartige Seitenwandverstrebungen (D. R. G. M.) angeordnet, wodurch eine kräftige Versteifung des Kastengerippes erzielt wird. Das gesamte eiserne Kastengerippe wird durch eine Holzverschalung verdeckt, wodurch Rostbildung vermieden ist und die sichtbaren Seitenwandflächen und die Wagenbeschriftung durch vorstehende Rungen nicht unterbrochen werden. Die dreifach verschalten Wände und Türen, sowie die doppelt verschalte Decke sind mit Torfoleumplatten, zwischen zwei Lagen Giantpapier verlegt, isoliert. Infolge der guten Kastenisolierung konnten die grofsen, platzraubenden Eiskästen an den beiden Stirnwänden durch vier an den Längs-Innenwänden angebrachte Eismulden, D. R. G. M., ersetzt werden. Diese Eismulden genügen sowohl für die Vorkühlung, als auch für die spätere Eis-Nachfüllung, zumal die Eisbeschickung auch bei bereits beladenen Wagen vorgenommen werden kann. Die Hauptabmessungen des Wagens sind: Radstand 2×4 m = 8,0 m; äufsere Kastenlänge 10,8 m; Bodenfläche rund 28 m²; Ladegewicht 25 t; Eigengewicht 18,5 t.

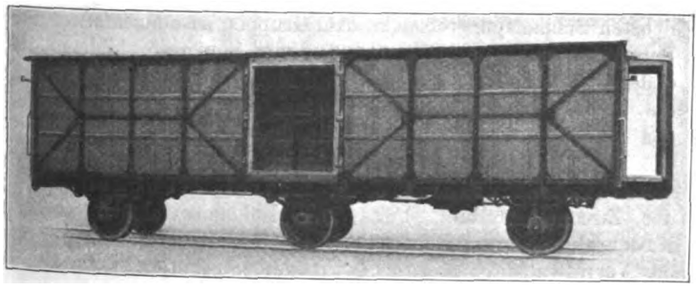


Abb. 57. Bierwagen der Maschinen- und Wagenbau A. G. Berching. (Äufsere Verschalung abgenommen.)

Bei dem von den Bayerischen Waggon- u. Flugzeugwerken Fürth ausgestellten zweiachsigen Kühlwagen ist ein neuartiger Türverschlufs »Patent Gronau« erwähnenswert. Bei diesem Verschlufs ist ober- und unterhalb der Türöffnung je eine Daumenwelle in wagrechter Lage durchgeführt. Diese Welle kann durch Drehung des Handhebels, der die Verschiebung der Türriegel bewirkt, mittels an ihren Enden befindlicher Daumen die Tür an den Gelenkbändern in den Falz drücken. Durch die mittlere Verriegelung selbst wird der Anpressungsdruck in der Türmitte erzeugt. Die Tür wird somit durch eine Hebelbewegung sowohl an den Bändern als in Türmitte gut und sicher abgedichtet.

d) Güterwagen mit selbsttätiger Scharfenbergkupplung.

Die Waggonfabrik L. Steinfurt A. G. Königsberg i. Pr. hatte in Gemeinschaft mit der Scharfenbergkupplung A. G., Berlin vier offene 20 t Güterwagen zur Ausstellung gebracht, von denen zwei Stück älterer Bauart waren, die nachträglich mit der Scharfenbergkupplung ausgerüstet wurden, während bei den zwei anderen Wagen neuester Bauart bei der Durchbildung des Untergestelles auf den gleichzeitigen Einbau der Scharfenbergkupplung Rücksicht genommen wurde (Taf. 11, Abb. 13 bis 16).

Die Scharfenbergkupplung wurde auch in Verbindung mit der Schraubenkupplung gezeigt. Unterhalb der Mittelpufferkupplung ist eine Hilfsschraubenkupplung angebracht, welche zur Verbindung mit dem Zughaken der bisherigen Kupplung dient. Weiters ist eine selbsttätige und eine nicht selbsttätig wirkende Bremsleitungskupplung angeordnet mit Umstellvorrichtung von der Seite des Wagens aus, so dafs beliebig bei Benutzung der Mittelpufferkupplung die selbsttätige Bremsleitungskupplung, bei Benutzung der Hilfskupplung die nicht selbsttätige Bremsleitungskupplung in Anwendung gebracht werden kann. Erst durch die Möglichkeit der selbsttätigen Bremsleitungskupplung erhält die Mittelpufferkupplung ihre Brauchbarkeit, da ohne diese Verbindung das Zwischentreten der Rangierer zwischen die Wagen zum Kuppeln der Bremsschläuche mit allen seinen Gefahren auch weiterhin erforderlich bliebe. Sollen vorhandene Güterwagen der Regelbauart nachträglich mit der Mittelpufferkupplung ausgerüstet werden, so müssen im wesentlichen zwei Änderungen am Wagenuntergestell durchgeführt werden; 1. Einbau von verstärkten Mittelstreben und Ersatz der durchgehenden Zugstange durch diese und 2. brückenartige Ausbildung der Kopfstücke zwecks teilweiser Überleitung der Zug- und Stofskräfte von den mittleren nach den seitlichen Längsträgern.

Der von der Waggonfabrik L. Steinfurt A. G. entworfene neue 20 t Wagen zeigte aufser diesen Veränderungen auch Verbesserungen, die für die Weiterentwicklung des Güterwagenbaues beachtlich erscheinen. Bei der bisherigen Güterwagenbauart werden die Seitenwandrungen an Tragarmen befestigt, die am Längsträger angeordnet sind, so dafs durch den Druck der Ladung auf die Seitenwände die Längsträger des Wagens erheblich auf Torsion beansprucht werden, wodurch sich Schiefstellen der Federböcke und dadurch einseitige Belastung der Achslager ergeben kann. Bei der neuen Wagenbauart wird dieser Übelstand vermieden, indem die Querträger in der ganzen Wagenbreite durchgeführt werden, so dafs unter Fortfall der Konsole die Seitenwandrungen unmittelbar an den durchgezogenen Querträgern befestigt werden können.

Digitized by Google

VI. Krane.

Aufser der bereits oben beschriebenen Krausschen Kranlokomotive waren auf der Verkehrsausstellung noch zwei Lokomotiv-Rohölkrane und ein Wagendrehkran für Handbetrieb zu sehen.

Der von der Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff ausgestellte Lokomotiv-Rohölkran dient hauptsächlich zu Gleisverlegungsarbeiten. Diese Arbeiten lassen sich auf der Strecke und auf ausgedehnten Bahnhöfen mit einem den Bedürfnissen angepafsten Kran schneller und billiger vollziehen, als durch Handarbeiten von zahlreichen Arbeiterrotten. Für ganze Schienenjoche von 18 m Länge und schwerstem Profil ist eine Krantragkraft von 4,6 t und eine Ausladung von 12 m erforderlich. Einige Reichsbahndirektionen haben für diese Zwecke solche Dampfkräne beschafft und gute Erfahrungen damit gemacht. Die Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff hat nun, um auf freier Strecke von der Herbeiführung von Speisewasser und Kohle unabhängig zu sein, einen solchen Kran mit Rohölbetrieb gebaut, der bei einer Tragkraft von 4,6 t und einer Ausladung von 12 m ganze Schienenjoche mit Schwellen und allem Zubehör aus Eisenbahnwagen, die auf dem gleichen Gleise stehen wie der Kran selbst, zu entladen vermag. Zum Antrieb dient ein Rohölmotor von 45 PS bei 650 Umdrehungen/Min. Sämtliche Bewegungen werden durch Reibungskupplungen abgeleitet. Beim Hubwerk ist die Reibungskupplung und das Antriebsritzel mit einer Senksperrbremse verbunden, bei der nach Lösen der Reibungskupplung die Last in der Schwebe gehalten wird, während sich die Antriebswelle weiter dreht. Das Senken erfolgt durch Lüften der Bremse mittels desselben Hebels, mit dem auch die Reibungskupplung für das Heben angeprefst wird. Die Geschwindigkeiten sind für Heben 0,5 m/Sek., für Drehen 2 m/Sek. und für Fahren 1 m/Sek. Der Rohölverbrauch beträgt bei angestrengtem Betrieb 6 bis 8 kg in der Stunde. Der Kran hat ein vierachsiges Untergestell und kann zum Versand nach anderen Arbeitsstellen oder für den Dienst auf offener Strecke bei Gleis- oder Aufräumungsarbeiten in Eisenbahnzüge eingestellt werden.

Die Demag (Deutsche Maschinenfabrik A. G.) Duisburg hatte einen zweiachsigen Rangierdrehkran mit Verbrennungsmotor zur Ausstellung gebracht. Bei einer kleinsten Ausladung des verstellbaren Auslegers von 4,75 m und einer Hubhöhe von 9,1 m beträgt die Tragkraft 6 t, während bei der gröfsten Ausladung von 9,0 m sich die Tragkraft auf 2 t und die Hubhöhe auf 5,0 m ermäfsigt. Der Rangierdrehkran kann sowohl für Stückgutverladung mittels gewöhnlichen Lasthakens, wie auch für Greifer- und Magnetbetrieb verwendet werden. Der Strom für den Magneten wird durch eine Dynamomaschine, die vom Verbrennungsmotor angetrieben wird, geliefert. Dieser selbst ist ein vollkommen gekapselter Vierzylinder-Viertakt-Motor. Ein Regler stellt die Drehzahl des Motors ein; durch eine besondere Einrichtung wird in den Pausen die Drehzahl auf ein Drittel der gewöhnlichen Drehzahl herabgesetzt. Der Motor arbeitet durch ein Stirnradvorgelege mit gefrästen Winkelzähnen und eine Zwischenradwelle auf die Hauptantriebswelle; von dieser zweigen sich die Bewegungen zum Heben, Drehen und Fahren des Kranes ab. Der Antrieb des Auslegereinziehwerkes erfolgt von der Zwischenvorgelegewelle aus. Der Fahrantrieb ist durch den durchbohrten Königszapfen zum Unterwagen geleitet und überträgt durch Kegelräder die Bewegung auf alle vier Laufräder.

Die Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals J. Losenhausen, Düsseldorf-Grafenberg war auf der Ausstellung durch einen fahrbaren Wagendrehkan (Tragkraft 7,5 t) mit umklappbarem Ausleger zum Einstellen in Eisenbahnzüge ohne Schutzwagen vertreten (Bauart Zutt). Das Zurückklappen des oberen Auslegerteiles geschieht durch ein am Ausleger angebrachtes Windwerk, das durch Haspelkette von einem Mann bedient wird. Ist der Ausleger zurückgeklappt, so liegt der Wagendrehkan vollständig innerhalb des Umgrenzungsprofiles für Eisenbahnfahrzeuge. An Ort und Stelle gebracht kann der Kran durch Hochklappen des Auslegers in kurzer Zeit wieder in gebrauchsfähigen Zustand gebracht werden.

VII. Dräsinen.

An der Ausstellung von Eisenbahndräsinen hatten sich beteiligt: die Firma Martin Beilhack, Maschinenfabrik und Hammerwerk in Rosenheim, Bayern, ferner die Gesellschaft für Eisenbahndräsinen m. b. H., Hamburg, sowie die Waggonfabrik Rathgeber, München-Moosach.

Die Firma Beilhack, Rosenheim stellte ein Schienenmotorrad Bauart Vorhoelzer (D. R. G. M.) mit Anhängewagen bis zu sechs Personen aus. Der eingebaute Einzylinder-Zweitakt-D. K. W.-Motor mit einer Bremsleistung von etwa $2^1/_2$ PS verleiht dem Schienenmotorrad in der Ebene eine Geschwindigkeit von 25 km/h. Die Kraftübertragung vom Motor zum Getriebe und vom Getriebe zum Hinterrad geschieht mittels Kette. Eine Antretvorrichtung mit Freilauf gestattet leichtes Anwerfen der Maschine. Der Rahmen ist aus nahtlosen Stahlrohren hergestellt. Die Räder haben 3 mm starke Stahlblechfelgen mit einer 10 mm dicken Gummiauflage. Das Gewicht beträgt 135 kg.

Auch die von der Gesellschaft für Eisenbahndräsinen, Hamburg ausgestellten Dräsinen hatten motorischen Antrieb und ähnlichen Aufbau.

Die Waggonfabrik Rathgeber, München-Moosach hatte eine Dräsine mit Handbetrieb ausgestellt, bei der die Achsen mit Kugellagern ausgerüstet sind. Zwei verschiedene Übersetzungen verleihen dem Fahrzeuge in der Geraden eine Geschwindigkeit von 15 km/h und 25 km/h.

B. Schmalspurfahrzeuge.

I. Lokomotiven.

1. Dampflokomotiven.

Im Gegensatz zu den bisherigen Ausstellungen, bei denen die Schmalspurfahrzeuge der verschiedensten Spurweiten planlos nebeneinander aufgestellt waren, ging man bei der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925 so vor, dafs man die gebräuchlichsten Schmalspurgröfsen in drei Gruppen zusammenfafste. Die Fahrzeuge mit 1000 mm und 900 mm Spurweite bildeten die erste Gruppe, diejenigen mit 785 mm, 760 mm und 750 mm die zweite Gruppe und mit 600 mm die dritte Gruppe. Bei den Dampflokomotiven waren alle drei Gruppen vertreten.

3/3 gekuppelte Tenderlokomotive für 1000 mm Spurweite der Lokomotivfabrik J. A. Maffei, München (Nr. 1 der Zusammenstellung IV). Der Lokomotivrahmen ist als Kastenrahmen ausgebildet und dient gleichzeitig als Behälter für das Vorratwasser. Hierdurch wird der Schwerpunkt der Lokomotive tiefgelegt und die Gefahr des Umkippens auch auf weniger gut verlegtem Gleis so gut wie beseitigt. Die Lokomotive besitzt Heusinger-Umsteuerung. Die Federn der ersten und zweiten Achse sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden.

Die Hanomag war durch drei typisierte, 2/2 gekuppelte Tenderlokomotiven, 900 mm Spurweite vertreten. Bei den Schmalspurlokomotiven hat die Hanomag durchwegs den Barrenrahmen zur Anwendung gebracht. Im übrigen gilt das bereits oben unter Ziffer A. I. 1. b) für die typisierten Hanomag-Vollspur-Tenderlokomotiven Gesagte.

2/2 gekuppelte Tenderlokomotive niedriger Bauart für 900 mm Spurweite der Lokomotivfabrik A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel. (Nr. 2 der Zusammenstellung IV.)

Die Lokomotive ist für den Verkehr unter dem Bagger bestimmt und daher besonders niedrig gehalten. Die gröfste Höhe über Schienenoberkante beträgt nur 2450 mm. Trotzdem besitzt die Lokomotive einen grofsen, leistungsfähigen Kessel,

Digitized by Google

Zusammenstellung IV.

Erbauer	Schmalspur-Dampflokomotiven						
	Maffei	Borsig	Krupp	Berl. Masch.-Bau-Ges.	Henschel	Hartmann	Jung
	1	2	3	4	5	6	7
Spurweite . . . . . mm	1000	900	900	785	750	750	760
Lokomotiv-Bezeichnung	3/3 140 PS	2/2 250 PS	2/2 175 PS	5/5	5/5	2 × 2/2	3/3 50 PS
Kesselmitte über Schienenoberkante . mm	—	1725	1950	2000	2050	1620	1360
Ganzer Achsstand der Lokomotive . „	1840	2000	1900	3600	3720	6200	1400
Vorrat an Wasser . . . . . t	1,64	2,5	2,35	4,2	4,5	2,4	0,75
„ „ Brennstoff . . . . . „	1,08	1,0	1,0	1,65	2,0	0,96	0,70
Zylinderdurchmesser . . . . . mm	300	400	335	450	430	240/400 *)	210
Kolbenhub s . . . . . „	400	400	450	400	400	380	300
Treibraddurchmesser D . . . . . „	800	800	900	800	800	760	600
Kesselüberdruck p . . . . . at	11	13	12	13	14	15	12
Rostfläche R . . . . . m²	0,72	1,6	0,87	1,6	1,6	0,97	0,47
Gesamte Heizfläche fH . . . . . „	42,2	55,0	47,8	77,2	70,4	50,0	19,0
Überhitzerheizfläche Hü . . . . . „	—	—	—	21,5	24,5	—	—
Leergewicht Gl . . . . . t	15,2	20,5	16,4	32	32,5	23,6	7,7
Dienstgewicht Gd . . . . . „	19,5	27,0	21,4	42	42,1	29,6	9,9
Reibungsgewicht Gr . . . . . „	19,5	27,0	21,4	42	42,1	29.6	9,9
Gröfste Geschwindigkeit . . . . . Vgr	35	30	35	—	—	30	20

*) Verbundverhältnis 2,78.

der insbesondere für die Verfeuerung von Braunkohle und Braunkohlebriketts geeignet ist. Der Rahmen ist als Barrenrahmen ausgebildet. Die Dampfverteilung besorgen Kolbenschieber (s. Organ 1925, S. 186, Abb. 27).

Die Friedr. Krupp A. G., Essen-Ruhr hatte eine 2/2 gekuppelte Baulokomotive für 900 mm Spur zur Ausstellung gebracht, deren Hauptabmessungen aus Zusammenstellung III, Ziffer 3 zu ersehen sind.

Die von der Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals L. Schwartzkopff ausgestellte E-Heifsdampf-Tenderlokomotive für 785 mm erregte durch ihre Gröfse und aufserordentliche Kurvenbeweglichkeit besonderes Interesse (Zusammenstellung IV, Ziff. 4). Die Lokomotive stimmt überein mit der im Organ 1925, S. 185 beschriebenen Lokomotive.

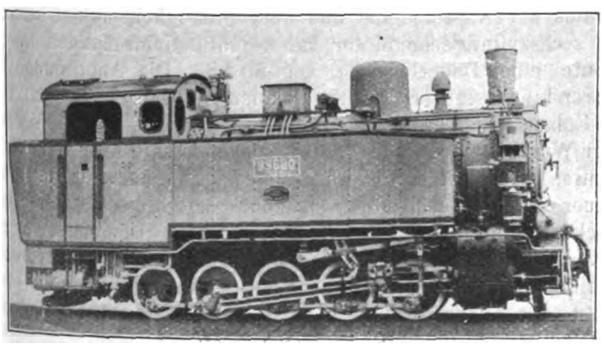


Abb. 58. 5/5 gekuppelte Heifsdampf-Tenderlokomotive für 750 mm Spurweite von Henschel & Sohn, Cassel.

Die Reichsbahndirektion Stuttgart hatte eine im Jahre 1923 von Henschel & Sohn, G. m. b. H., Cassel erbaute 5/5 gekuppelte Heifsdampftenderlokomotive für 750 mm Spurweite zur Ausstellung geschickt (Zusammenstellung IV, Ziff. 5 und Abb. 58).

Der Rahmen besteht aus zwei seitlichen Blechplatten, die innerhalb der Räder liegen und durch Querverbindungen und durch den Wasserkasten versteift sind. Die zweite Kuppelachse und die vierte Achse als Treibachse sind im Rahmen fest gelagert. Um Krümmungen von 50 m Halbmesser durchfahren zu können, erhielten die vordere und hintere Achse je ein Seitenspiel von 30 mm, die mittlere Kuppelachse ein solches von 20 mm. Eine Rückstellvorrichtung an der vorderen und hinteren Achse soll das Schlingern in der Geraden verringern. Die Dampfzylinder haben Kolbenschieber mit innerer Einströmung.

Die Reichsbahndirektion Dresden hatte eine von der Sächsischen Maschinenfabrik, vorm. Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz, für 750 mm Spurweite gebaute B + B Sattdampf-Verbund-Tenderlokomotive, Bauart Meyer ausgestellt (Zusammenstellung IV, Ziff. 6 und Abb. 59).

Die Lokomotive besteht aus drei Hauptteilen, dem oberen Rahmengestell das den Kessel, die Vorratbehälter und das

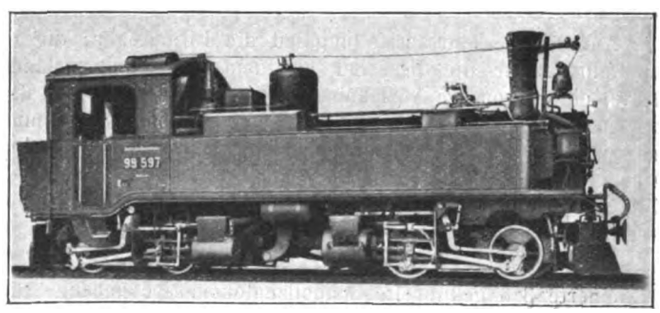


Abb. 59. 2 × 2/2 gekuppelte Sattdampf-Verbund-Tenderlokomotive, Bauart Meyer, für 760 mm Spurweite, der Sächs. Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann, A.-G., Chemnitz.

Führerhaus trägt, dem vorderen Drehgestell mit den Niederdruckzylindern und dem hinteren Drehgestell mit den Hochdruckzylindern. Das obere Rahmengestell ruht mittels Drehzapfen auf den Drehgestellen. Die Zapfenlager liegen etwas aufser Drehgestellmitte, um den Einflufs des Gewichtes der Dampfzylinder auf die Achsbelastung auszugleichen. Das hintere Drehgestell erhielt Aufsenrahmen, um einen geräumigen Aschkasten unterbringen zu können, während das vordere Dreh-

Digitized by Google

gestell mit Rücksicht auf die aufsenliegenden Niederdruckzylinder zur Einhaltung der Umgrenzunnslinie Innenrahmen erhalten mufste. Die Dampfleitungen sind beweglich. Das Kugelgelenk des Einströmrohres ist über dem Drehzapfen des Hintergestelles angeordnet, damit nur eine Drehbewegung erforderlich ist, während bei den Verbinder- und Ausströmrohren aufserdem Längsverschiebung in den Gelenken nötig ist. Die Steuerung ist nach Bauart Heusinger ausgeführt. Die Steuerwellen sind, um den Bewegungen der Drehgestelle folgen zu können, durch senkrechte Pendel an Winkelhebeln aufgehängt, die durch eine gemeinsame Stange, an welche die vom Handhebel betätigte Steuerstange angreift, verbunden sind. Die Bremsung erfolgt durch eine Körtingsche Luftsaugebremse und durch eine Handbremse am Hintergestell. Aufserdem ist eine Heberleinbremsvorrichtung für Bremsung des Zuges vorgesehen.

Die Lokomotivfabrik Arn. Jung, Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg war durch eine 3/3 gekuppelte Tenderlokomotive für 760 mm Spurweite vertreten (Zusammenstellung IV, Ziffer 7). Die Lokomotive mit einer Leistung von 50 PS ist in den Kessel- und Rostverhältnissen für Holzfeuerung bemessen und in der Achs- und Triebwerksanordnung einem Wald- und Baubetrieb mit leichtem krümmungsreichen Oberbau angepafst.

Von Dampflokomotiven mit 600 mm Spurweite waren auf der Ausstellung nur zwei Stück zu sehen: eine 2/2 gekuppelte 45 PS Tenderlokomotive der Lokomotivfabrik J. A. Maffei, München und eine 3/3 gekuppelte Tenderlokomotive der Hanomag, Hannover.

Auf der Verkehrsausstellung hat die Liliputbahn, die zu Rundfahrten für die Besucher auf dem Ausstellungsgelände diente, eine besondere Anziehungskraft ausgeübt. Der Bau der ganzen Anlage, der Gleise mit einer Spurweite von nur 381 mm, der Signale, Bahnhöfe, Brücken, sowie eines 60 m langen Tunnels wurde von der Lokomotivfabrik Krauss & Co., A.-G., München übernommen, die auch die Lokomotiven und Wagen hergestellt hat (Abb. 60 und Typenskizzenzusammenstellung).

Die Liliputlokomotive ist als eine im Mafsstab 1 : 3,33 verkleinerte 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotive gebaut. Sie hat ein vorderes Drehgestell mit Seitenverschiebung und Rückstellfedern, drei gekuppelte Achsen und eine hintere Laufachse, die in einem Deichselgestell mit aufsen liegenden Lagern untergebracht ist und verhältnismäfsig weit nach beiden Seiten ausschlagen kann. Die mittlere der drei gekuppelten Achsen hat keine Spurkränze. Durch diese Anordnung ist die Lokomotive imstande, trotz ihrer Länge noch Krümmungen von 20 m Halbmesser zu durchfahren. Der Rahmen ist in seinem Hauptteil als Barrenrahmen ausgebildet, während das hintere Ende aus Blech hergestellt ist und die verhältnismäfsig grofse Feuerbüchse umschliefst. Der mit 13 at Betriebsdruck arbeitende Kessel besitzt reichliche Abmessungen und hat eine verbreiterte Feuerbüchse mit grofsem, geneigtem Rost. In die Rauchkammer ist ein Überhitzer und ein Funkenfänger eingebaut. Die aufsenliegende Heusinger-Steuerung bewegt Kolbenschieber mit innerer Einströmung. Eine Hochdruck-Schmierpresse, Bauart Wörner, besorgt die Schmierung der Kolben und Schieber. Das Führerhaus ist mafsstäblich ausgeführt; der bedienende Führer sitzt auf dem Tender und sieht über das Führerhausdach hinweg. Es sind drei Bremsen vorgesehen: eine Dampfbremse, die auf die Kuppelräder der Lokomotive wirkt, eine Luftsaugebremse für Tender und Zug und eine Handbremse für den Tender. Mafsstäblich gehaltene Handstangen, Fufstritte, Laternen usw. vervollständigen die äufsere Gestaltung der Lokomotive, die mit ihrer graublauen Stahlblechverkleidung und den Zierstreifen aus Messing einen schmucken Eindruck macht. Der zugehörige Tender läuft auf zwei Drehgestellen, die mit Rollenlagern ausgestattet sind. Die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive beträgt in der geraden Strecke 30 km/h; ihre Leistung ist 30 bis 35 PS. Als Kupplungsvorrichtung zur Verbindung der Fahrzeuge ist die selbsttätige Scharfenbergkupplung vorgesehen, die auch gleichzeitig die Luftleitungen der Bremse beim Kuppeln verbindet.

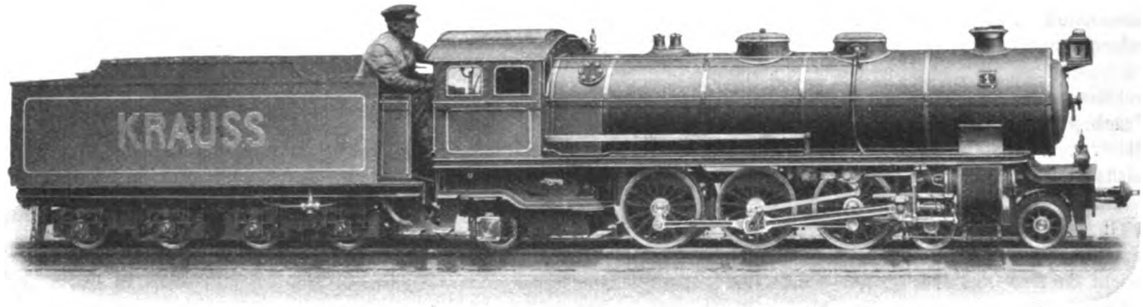


Abb. 60. 3/6 gekuppelte Liliputlokomotive für 381 mm Spurweite von Krauss & Co., München.

2. Öllokomotiven.

2/2 gekuppelte 90 PS.-Diesellokomotive für 1000 mm spurige Nebenbahnen der Motor-Lokomotiv-Verkaufs-Gesellschaft m. b. H. »Baden« in Karlsruhe (Abb. 61). Die Arbeitsweise ist dieselbe, wie bei der ausgestellten Vollspurdiesellokomotive. Ein kompressorloser Dieselmotor der Motorenwerke Mannheim arbeitet auf das Lentz-Flüssigkeitsgetriebe, das aus der Kapselpumpe und dem Flüssigkeitsmotor besteht. Der sechszylindrische Motor hat bei 500 Umdrehungen in der Minute eine Dauerleistung von 90 PS. Die Anordnung des Führerstandes mitten auf der Lokomotive ist so getroffen, dafs der Führer nach allen Seiten völlig freie Sicht hat. Aufser mit einer Wurfhebelbremse ist die Lokomotive mit einer Druckluftbremse, sowie mit elektrischer Beleuchtung und mit Luftsandstreuer für Vor- und Rückwärtsfahrt ausgerüstet. Für Heizzwecke kann im Führerhaus eine kleine Dampferzeugungsanlage aufgestellt werden, deren Kessel mit Motorbrennstoff geheizt wird. Das Leergewicht der Lokomotive beträgt etwa 17,2 t, das Dienstgewicht etwa 18,0 t. Die gröfste Zugkraft am Radumfang ist 2400 kg.

2/2 gekuppelte Motorlokomotive für 785 mm Spurweite der Lokomotivfabrik Krauss & Co., A.-G., München. Die Antriebsmaschine ist ein im Viertakt arbeitender, kompressorloser Colo-4-Zylinder-Dieselmotor, der bei 800 Umdrehungen/Min. 32 PS leistet. Von der Motorwelle geht die Antriebskraft über eine in das Schwungrad eingebaute Kupplung zu einem Räderkasten mit vier Geschwindigkeiten für Vorwärts- und Rückwärtsgang und von hier über eine Kardanwelle und eine Kegelradübersetzung auf eine der beiden Achsen und von dieser aus durch Kuppelstangen auf die zweite Achse. Die Schaltung dieser Räder wird mittels Schaltgabeln und Stangen durch

Digitized by Google

Handhebel und Kurbel bewerkstelligt. Eine im Kupplungsgestänge angebrachte Feder ermöglicht ein stofsfreies Einschalten der Kupplung. Eine im Schalttisch befindliche Sperre

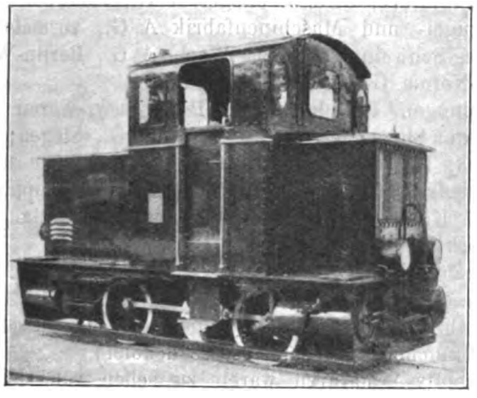


Abb. 61. 2/2 gekuppelte 90 PS Diesellokomotive für 1000 mm Spurweite der Motorlok.-Verkaufs-Gesellschaft „Baden" in Karlsruhe.

verhindert das Einrücken der Stufenräder solange, bis die Zahngeschwindigkeiten der betreffenden Räder gleich sind. Die Rückkühlung des Kühlwassers bewirkt ein Bienenkorbkühler, durch dessen Zellen die Luft mittels eines Ventilators hindurchgesaugt wird. Als Betriebsstoff können Rohöl, Gasöl und Braunkohlenteeröl verwendet werden. Bei einem Radstand von 1,5 m und einer Gesamtlänge über Puffer von 4,93 m hat die Lokomotive ein Dienstgewicht von 6 t. Die Fahrgeschwindigkeiten betragen 5,4 9,0 14,7 und 25 km/h bei Zugkräften von 1285 780 470 und 280 kg.

2/2 gekuppelte Motorlokomotive für 600 mm Spur der Lokomotivfabrik J. A. Maffei, München.

Die Antriebsmaschine ist ein Lanzscher Einzylinder-Glühkopfmotor mit 12 PS Leistung bei 420 Umdrehungen/Min., der über eine ausrückbare Reibungskupplung die Hauptwelle antreibt. Ein doppeltes Rädervorgelege, das ganz in Öl läuft, und dessen Wellen in Walzenlagern ruhen, übersetzt die Antriebskraft auf die im Rahmen zwischen den Achsen der Lokomotive gelagerte Blindwelle. Durch geeignete Schaltvorrichtungen können vor- und rückwärts zwei Geschwindigkeiten von 5 und 10 km/h eingestellt werden. Die entsprechenden auf der Geraden zu befördernden Lasten sind 100 und 45 t.

3. Druckluftlokomotiven.

An der Ausstellung von Druckluftlokomotiven hatten sich zwei Firmen beteiligt: Firma A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel und die Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff. Beide Firmen hatten neben einer leistungsfähigeren Bauart noch eine kleine Zubringerdruckluftlokomotive ausgestellt.

Die 2/2 gekuppelte Doppelführersitz-Verbund-Druckluftlokomotive für 600 mm Spur von Borsig ist bestimmt für den Verkehr auf den Hauptförderstrecken von Bergwerken. Zwecks guter Streckenübersicht ist die Lokomotive beiderseits mit Führersitzen versehen, so dafs der Führer die zu befahrende Strecke in jeder Fahrtrichtung frei überblicken kann, ohne seitlich an der Lokomotive vorbei oder über diese hinweg blicken zu müssen. Die Lokomotive hat vier nahtlos gezogene Hochdruckluftbehälter für 200 at Betriebdruck mit einem Fassungsraum von zusammen 1400 l*). Die Lokomotive war bereits in Seddin ausgestellt und ist im Organ 1925, S. 186 abgebildet und beschrieben.

Die Berliner Maschinenbau-A.G. hatte neben einer normalen Grubendruckluftlokomotive für 600 m Spur eine kleinste Zubringerdruckluftlokomotive, den sogenannten »Grubenfloh« ebenfalls für 600 mm Spur zur Ausstellung gebracht. Die Länge dieser Lokomotive beträgt nach dem Abnehmen des Führersitzes nur 1,25 m. Da gleichzeitig die Höhe nur 1,25 m und die Breite nur 0,82 m ausmachen, kann sie mit eigener Kraft in den Förderkorb gefahren, durch den engsten Blindschacht gebracht und in den niedrigsten Abbaustrecken verwendet werden. Der kurze Radstand gestattet das Durchfahren von Krümmungen bis zu 2,5 m Halbmesser.

*) Organ, S. 187.

II. Personenwagen.

Die Reichsbahndirektion Stuttgart hatte zwei von der Maschinenfabrik Esslingen gebaute Schmalspurpersonenwagen für 750 mm Spur zur Ausstellung gebracht; einen zweiachsigen Personenwagen 4. Klasse mit 32 Sitzplätzen und zwölf Stehplätzen bei einer Kastenbreite von 2,6 m und einer Gesamtlänge einschliefslich Puffer von 8,43 m, sowie einen vierachsigen Personenwagen 3./4. Klasse mit zusammen 48 Sitzplätzen und zwölf Stehplätzen bei gleicher Kastenbreite und einer Gesamtlänge einschliefslich Puffer von 10,97 m. Die Wagen sind ausgerüstet mit Mittelpufferkupplung, Handbremse, selbttätiger Luftdruckbremse, Dampfheizung und Gasglühlichtbeleuchtung.

Die Reichsbahndirektion Dresden zeigte einen von der Waggonfabrik Busch in Bautzen gebauten vierachsigen Personenwagen 3. Klasse für 750 mm Spurweite. Der Wagen hat über die Puffer gemessen eine Gesamtlänge von 13,36 m und eine Breite von 2,22 m. Die Länge des Wagenkastens beträgt 10,8 m. In dem Wagen sind 34 feste Sitzplätze vorhanden und aufserdem noch zehn Klappsitzplätze. Der Wagen ist mit Abort und Wascheinrichtung versehen. Die Heizung erfolgt durch zwei eiserne Öfen. Die Innenausstattung besteht aus naturlackiertem Eschenholz, die Aufsenverkleidung aus senkrechter, ebenfalls naturlackierter Eichenholzverschalung. Eine Heberlein- und eine Körtingbremse vervollständigen die Ausrüstung.

Die Österreichischen Bundesbahnen waren durch zwei Schmalspurpersonenwagen vertreten, einen vierachsigen Salonwagen und einen vierachsigen Personenwagen 2./3. Klasse.

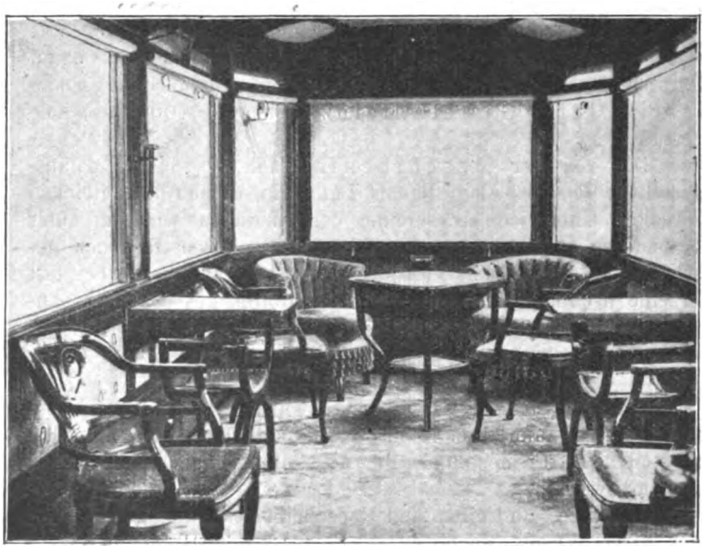


Abb. 62. Salonwagen für 760 mm Spurweite der Österreichischen Bundesbahnen.

Der Salonwagen besitzt an jedem Wagenende einen grofsen Aufenthaltsraum: dazwischen ist ein Abort und ein Waschraum eingebaut. Abb. 62 zeigt die bequeme und gediegene Einrichtung des Salonwagens. Grofse Fenster bei schmalsten Zwischenwänden ermöglichen günstigste Aussicht auf das Gelände zu beiden Seiten der Strecke.

Digitized by Google

Der ausgestellte Personenwagen hat in der 2. Klasse neun und in der 3. Klasse 32 Sitzplätze. Die Kastenbreite beträgt 2,4 m, die -länge 11,25 m; die Gesamtlänge des Wagens einschliefslich Puffer 11,95 m. Der Wagen ist ausgerüstet mit Handspindelbremse, selbsttätiger Vakuum-Schnellbremse, mit elektrischer Beleuchtung und mit Heizung. Das Eigengewicht des Wagens ist 13,5 t.

III. Güterwagen.

Die Friedr. Krupp A.-G., Essen, hatte je einen Schotterwagen, Langholzwagen und Plattformwagen für 760 mm Spur und 15 t Tragfähigkeit ausgestellt. Der Bochumer Verein für Bergbau und Gufsstahlkugelfabrikation war durch einen vierachsigen, gedeckten Güterwagen für 750 mm Spur und 15 t Ladegewicht vertreten; die Österreichischen Bundesbahnen hatten einen dreiachsigen, offenen Güterwagen für 760 mm Spur mit gleichem Ladegewicht zur Ausstellung geschickt.

An der Ausstellung von Schmalspurselbstentladern hatten sich beteiligt: die Bayerischen Waggon- und Flugzeugwerke Fürth i. B., die Gothaer Waggonfabrik A.-G., Gotha, die Friedr. Krupp A.-G. und die Waggonfabrik A.-G. Rastatt.

Zum Schlufs seien noch die ausgestellten Rollschemelwagen und Rollböcke erwähnt, die zum Transport regelspuriger Wagen auf Schmalspurbahnen dienen.

Der von der Waggonfabrik L. Steinfurth A.-G., Königsberg ausgestellte Rollschemelwagen für 750 mm Spurweite besitzt zwei Längsträger, die als Fahrbahn für Vollspurwagen bis zu 8 m Radstand und 32 t Gesamtgewicht ausgebildet sind. Die durch die beiden Längsträger und mehrere Querträger gebildete Fahrbahnbrücke wird von zwei dreiachsigen Drehgestellen getragen, die das Durchfahren von Krümmungen bis zu 30 m Halbmesser gestatten. Der Abstand der Drehzapfen beträgt 7,0 m. An den Enden der Fahrbahnbühne sind bewegliche Kopframpen angeordnet, die sowohl zur Führung der Kupplungseinrichtung, wie auch zum Auf- und Abrollen der Vollspurwagen an einer fest eingebauten Auffahrrampe dienen. Der Wagen ist ausgerüstet mit selbsttätiger Scharfenbergkupplung und Körtingscher-Luftsaugebremse, welche auf die beiden äufseren Radsätze jedes Drehgestelles einwirkt.

Weitere Rollschemelwagen für eine Tragfähigkeit von 32 t waren von der Waggon- und Maschinenfabrik vorm. Busch, Bautzen (Spurweite 750 mm) und von der Waggonfabrik Gebr. Gastell, Mainz (Spurweite 1000 mm) ausgestellt.

Die von der Maschinenfabrik Esslingen ausgestellten Rollböcke, Bauart Langbein, dienen dem gleichen Zwecke. Unter jede Achse eines Vollspurwagens wird auf einer besonderen Gleisanlage ein solcher zweiachsiger Rollbock geschoben; die Achse des Vollspurwagens lagert sich hierbei fest in eine drehbare, in der Mitte des Rollbockes senkrecht angeordnete Gabel ein.

C. Fahrzeugbestandteile.

Diese Ausstellungsabteilung war aufserordentlich stark beschickt. Es kann deshalb nur ein kurzer Überblick über die ausstellenden Firmen und die Ausstellungsgegenstände selbst gegeben werden.

Radsätze, Radreifen und Radscheiben wurden gezeigt von der Firma Friedr. Krupp A. G., Essen; Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G.; Dortmunder-Union; Rombacher Hüttenwerke und Bochumer Verein.

Achsbüchsen hatten ausgestellt die Firmen: Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten A. G., Abteilung Friedrich-Wilhelms-Hütte; Berlin-Karlsruher Industriewerke A. G., früher Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken, Berlin-Borsigwalde; Eisen- und Stahlwerk Walter Peyinghaus, Egge bei Volmarstein; die folgenden Firmen hatten aufser Achsbüchsen alle möglichen Arten von Lagern, wie Timkenlager, Rollenlager, Kugellager ausgestellt: Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G.; Fichtel & Sachs A. G., Schweinfurt; G. & J. Jaeger A. G., Elberfeld; Deutsche Gufsstahlkugel- und Maschinenfabrik A. G., vormals Fries & Höpflinger, Schweinfurt; Riebe-Werke A. G., Berlin-Weifsensee und SKF-Norma G. m. b. H., Berlin.

Kupplungen, Kupplungsteile, Puffer usw. waren zu sehen von der Firma Siegener Eisenbahnbedarf A. G., Siegen; Waggonfabrik A. G. Uerdingen (Uerdinger Reibungspuffer und Ringfeder); Friedr. Krupp A. G., Essen; Scharfenbergkupplung A. G., Berlin und Knorr-Bremse A. G., Berlin (selbsttätige Willison-Mittelpufferkupplung).

Lokomotiv-Ölschmierpumpen waren ausgestellt von den Firmen Sächsische Armaturenfabrik W. Michalk & Sohn, Freital-Dauben; De Limon & Flume & Co., Düsseldorf und »Gewo«, München (Wörner-Höchstdrucköler).

Lokomotiv-Armaturen waren zu sehen von den Firmen Schäffer & Budenberg G. m. b. H., Magdeburg-Buckau; I. C. Eckardt A. G., Stuttgart-Cannstatt; Hans Reisert & Co., Köln-Braunsfeld; Internationale Apparatebauanstalt G. m. b. H., Hamburg und Dreyer, Rosenkranz & Dropp A. G., Hannover.

Packungen und Dichtungen waren ausgestellt von den Firmen Chemische Fabrik Franz Deventer G. m. b. H., München; Pahlsche Gummi- und Asbestgesellschaft m. b. H., Düsseldorf-Rath; Laue-Prechtel-Ges. m. b. H., München und Klauber & Simon, Dresden-Altstadt.

Überhitzerelemente waren zu sehen von den Firmen Schmidtsche Heifsdampfgesellschaft m. b. H., Kassel-Wilhelmshöhe und Benteler Werke A. G., Bielefeld.

Einen Druckausgleichkolbenschieber, durch den der Einbau besonderer Leerlaufeinrichtungen an Lokomotiven vermieden wird, zeigte die Union-Giefserei Königsberg i. Pr.

Lokomotiv-Geschwindigkeitsmesser waren ausgestellt von den Deuta-Werken, vormals Deutsche Tachometerwerke G. m. b. H., Berlin SO und der Aktiengesellschaft vormals Seidel und Naumann, Dresden. Von letzterer interessierte besonders der Geschwindigkeitsmesser Bauart Rezsny-Hausshälter, der die Geschwindigkeitslinie über den Weg und bei Stillstand des Fahrzeuges auch die Aufenthaltsdauer anzeigt.

Neue Verfahren zur Herstellung von kupfernen Lokomotiv-Stehbolzen zeigten die Hanomag und die A. E. G., Berlin.

Fahrzeugteile aus Stahlgufs, Tempergufs, Graugufs und Rotgufs waren von der Lokomotivfabrik Krauss & Co. A. G., München ausgestellt worden.

Eine Lokomotivbeleuchtungsturbine mit Stromerzeuger, Bauart Melms & Pfenniger-Pöge, sowie ein Vierzylinderblock einer modernen Schnellzuglokomotive war von der Firma J. A. Maffei, München zur Ausstellung gebracht worden.

Die verschiedenen Arten der Fahrzeugbeleuchtungssysteme zeigte die Firma Julius Pintsch A. G., Berlin O 27.

Die neuesten Ausführungen der Schlösser und Beschläge für Eisenbahnfahrzeuge wurden von Arn. Kiekert Söhne, Heiligenhaus ausgestellt.

Neuartige Fensterhebevorrichtungen konnten die Waggonfabrik Jos. Rathgeber A. G., München-Moosach und die Waggon- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft Görlitz ausstellen.

Die Dessauer Waggonfabrik Dessau gab einen Überblick über das Austauschbauverfahren an Güterwagen.

Bei Abschlufs dieses Berichtes ist es dem Verfasser eine angenehme Pflicht, dem Reichsbahnrate Hofmann für seine Hilfeleistung bei der Sichtung und Zusammenstellung der umfangreichen Unterlagen seinen Dank auszusprechen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

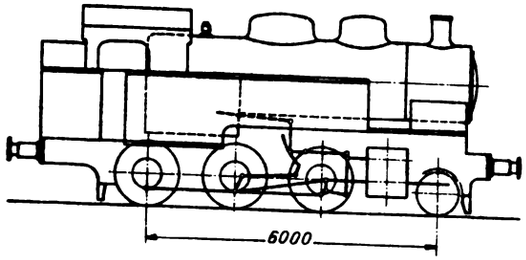


Abb. 16. 1C - A. E. G.

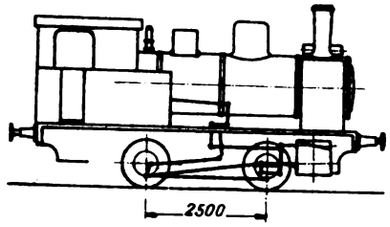


Abb. 17. B-Tenderlok. Jung.

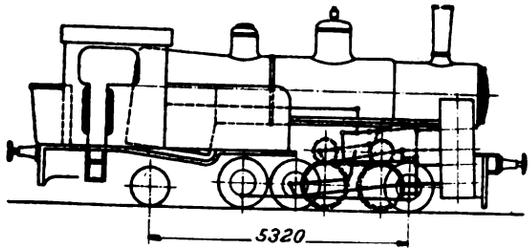


Abb. 18. P t z L $\frac{3}{4}$ (Bayern) Krauß.

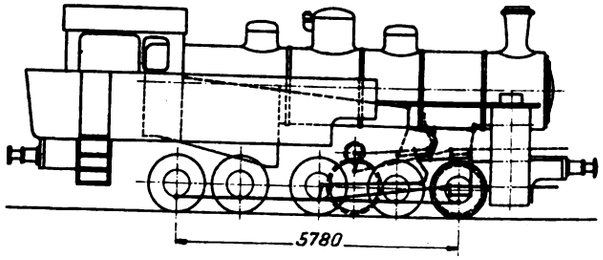


Abb. 19. E+1Z-Württemberg Masch. Fabrik Esslingen.

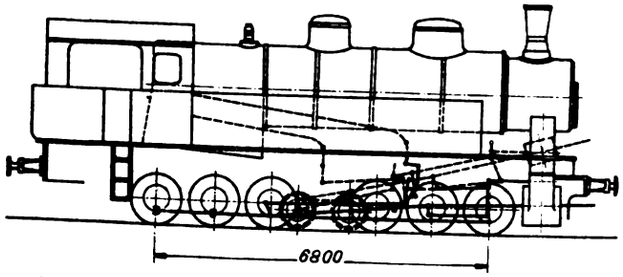


Abb. 20. F+Z-Österreich B B.

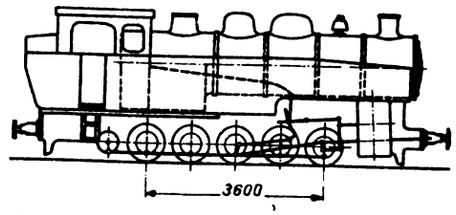


Abb. 21. E - Heißd. Tender-Lok. 785 mm Spurw. Schwarzkopf.

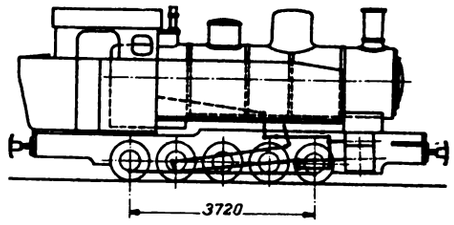


Abb. 22. E - Heißd. Tender-Lok. 750 mm Spurw. Henschel.

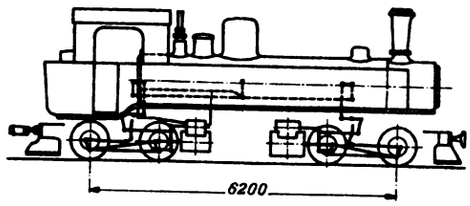


Abb. 23. B+B - Tender-Lok. 750 mm Spurw. Hartmann.

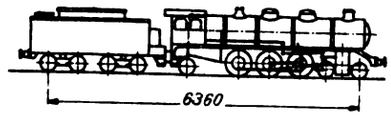


Abb. 24. Liliput - Lok. 381 mm Spurw. Krauß.

Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Abb. 2. Querschnitt durch die Feuerbüchse.

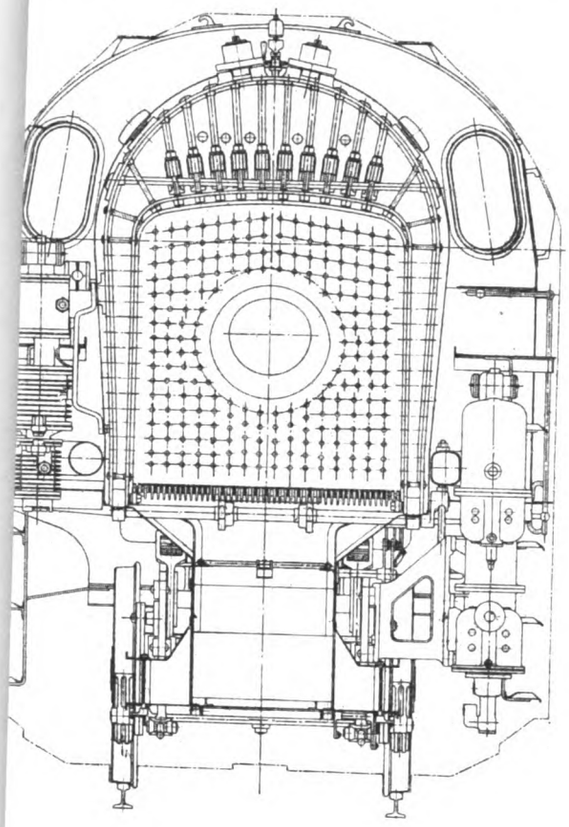
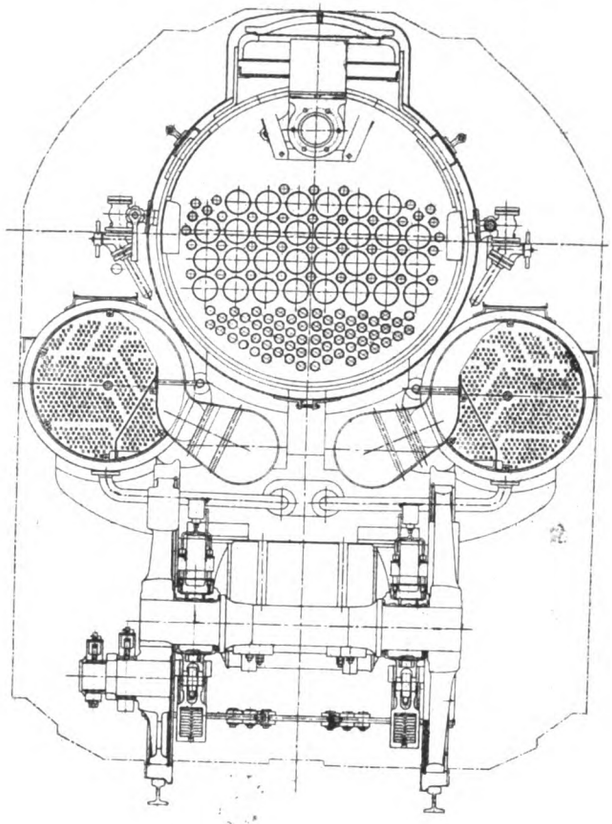
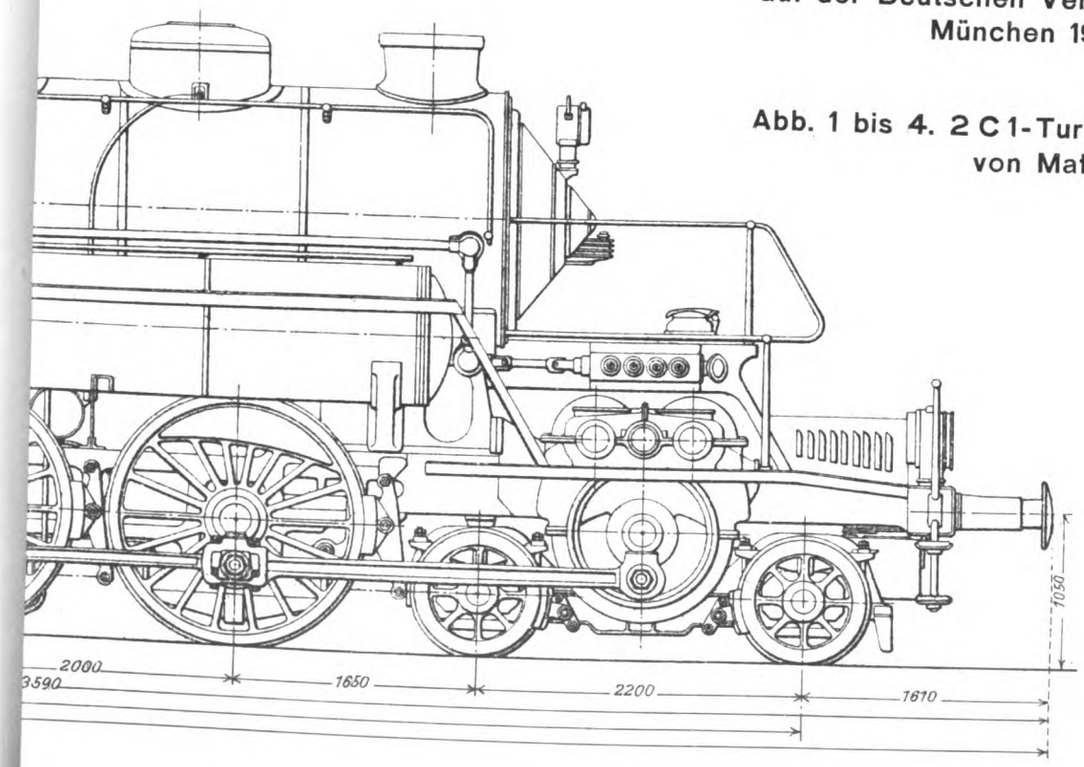


Abb. 3. Querschnitt durch die Rauchkammer.



Zum Aufsatz: Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925.

Abb. 1 bis 4. 2 C 1-Turbinen-Lokomotive von Maffei.



Digitized by Google

C. W. Kreidel's Verlag, München.

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsaus

Abb. 2. 2 C-Hochdrucklokomotive von Henschel & Sohn

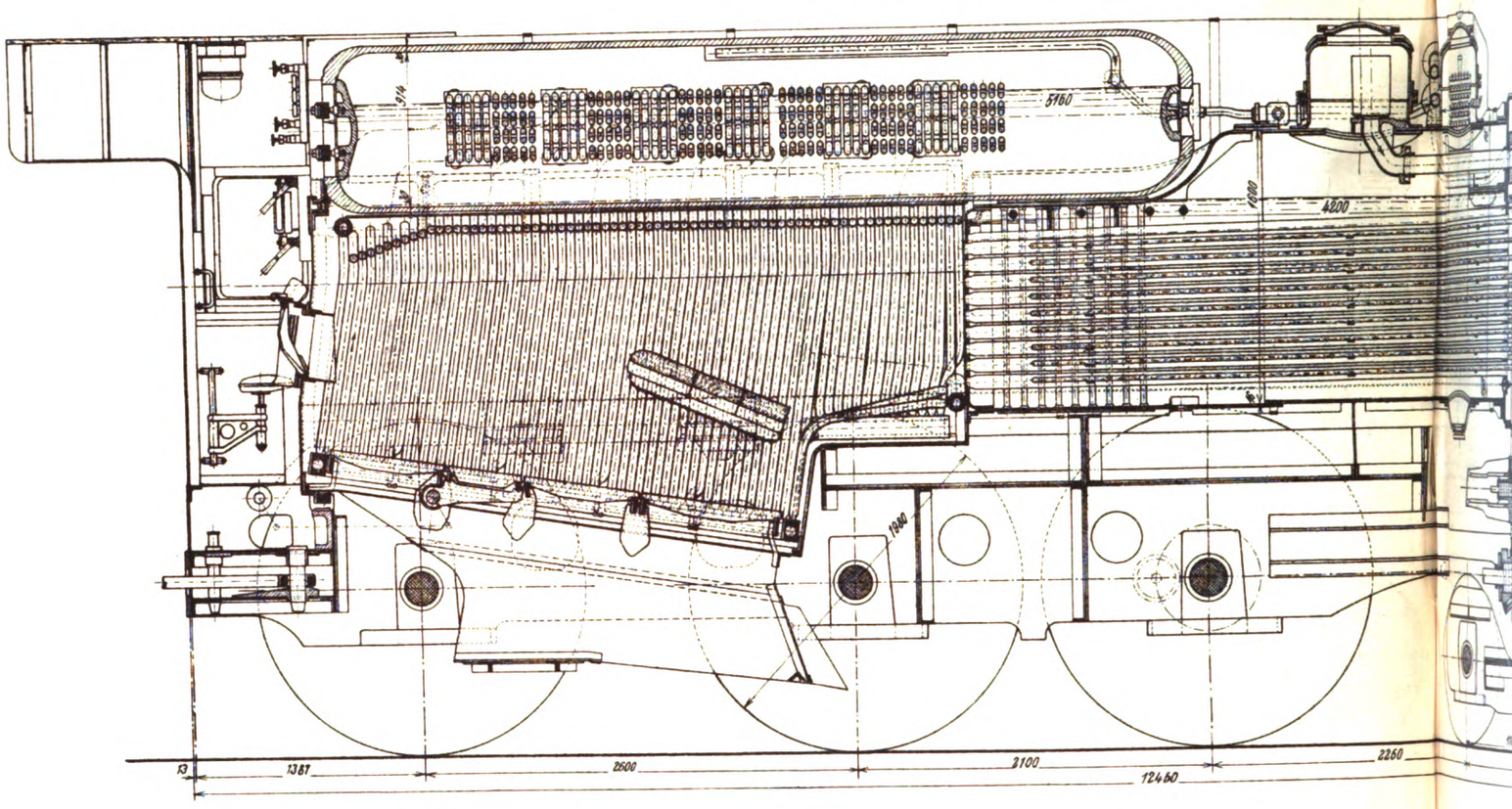
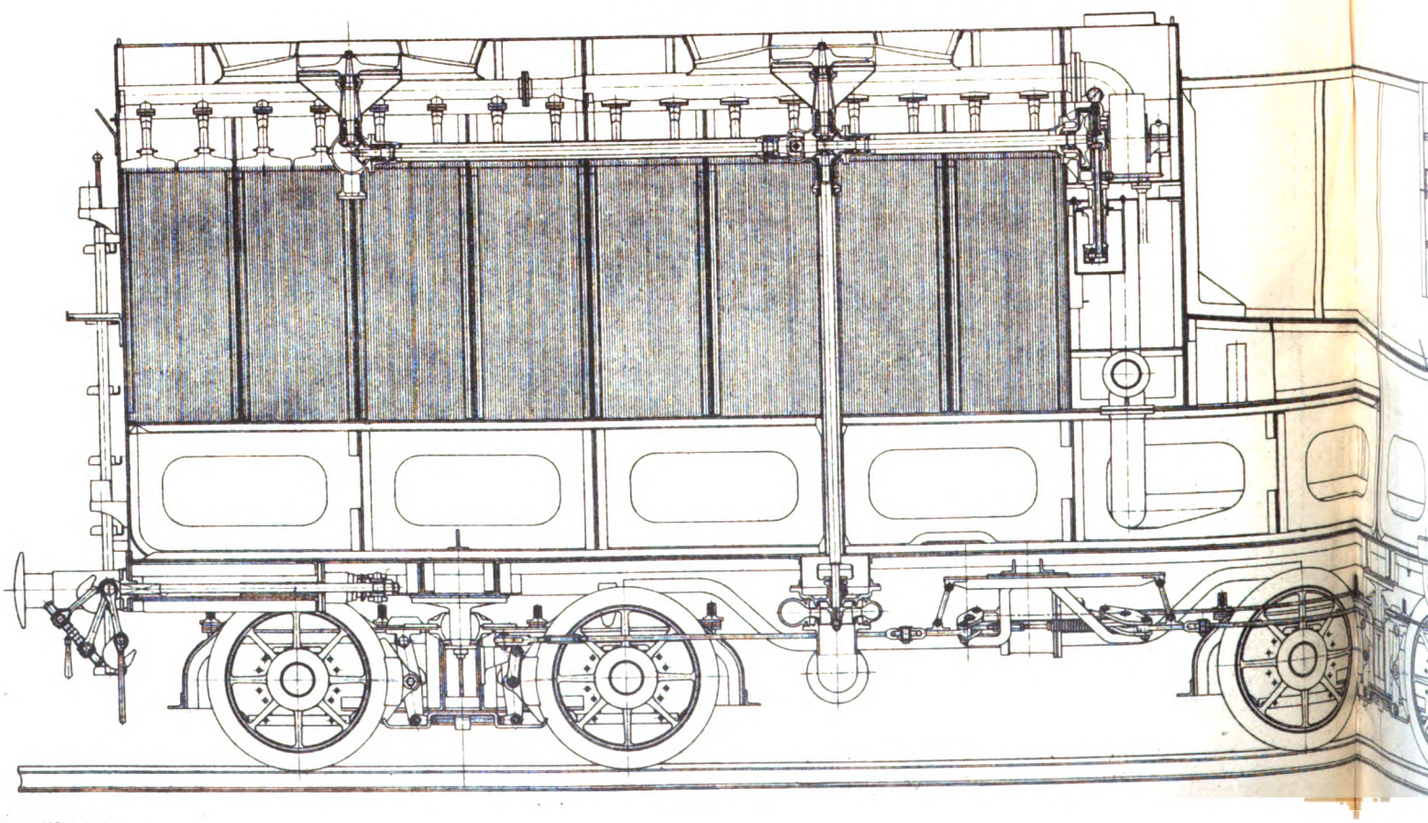


Abb. 1. Tender der 2 C 1-Turbinenlokomotive von Maffei.



C. W. Kreidel's Verlag. München.

Digitized by Google

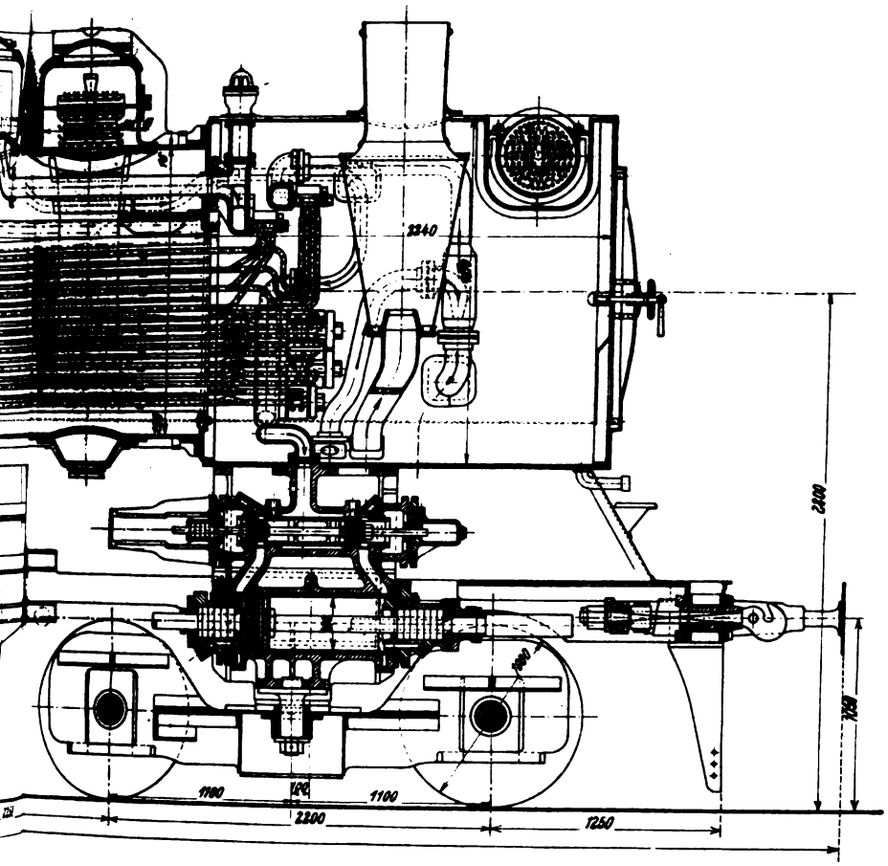


Abb. 3. Querschnitt durch die Wasserrohr-Feuerbüchse der Hochdrucklokomotive.

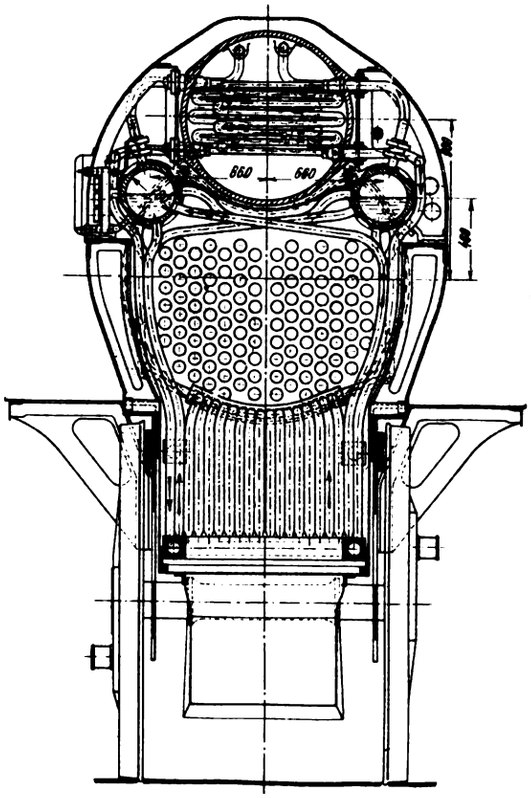
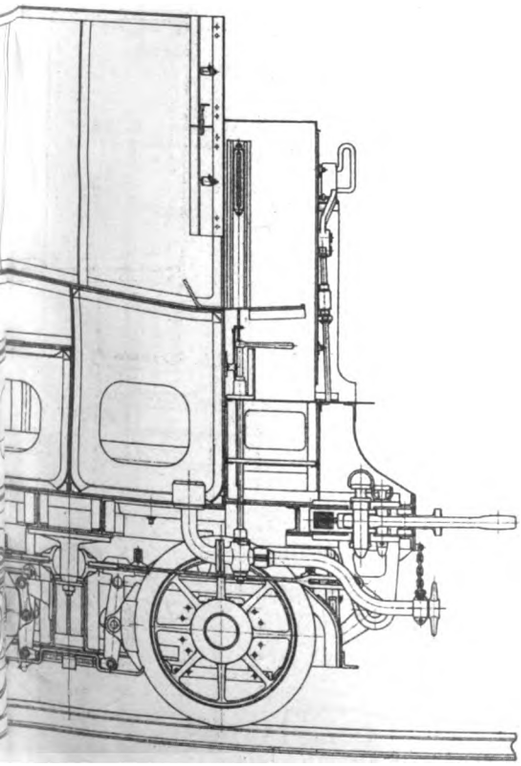
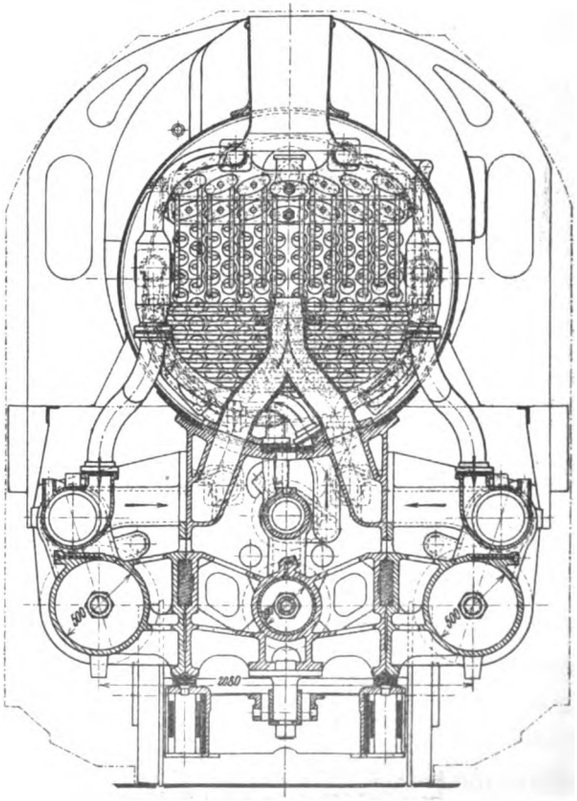


Abb. 4. Querschnitt durch die Rauchkammer der Hochdrucklokomotive.





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Abb. 1.

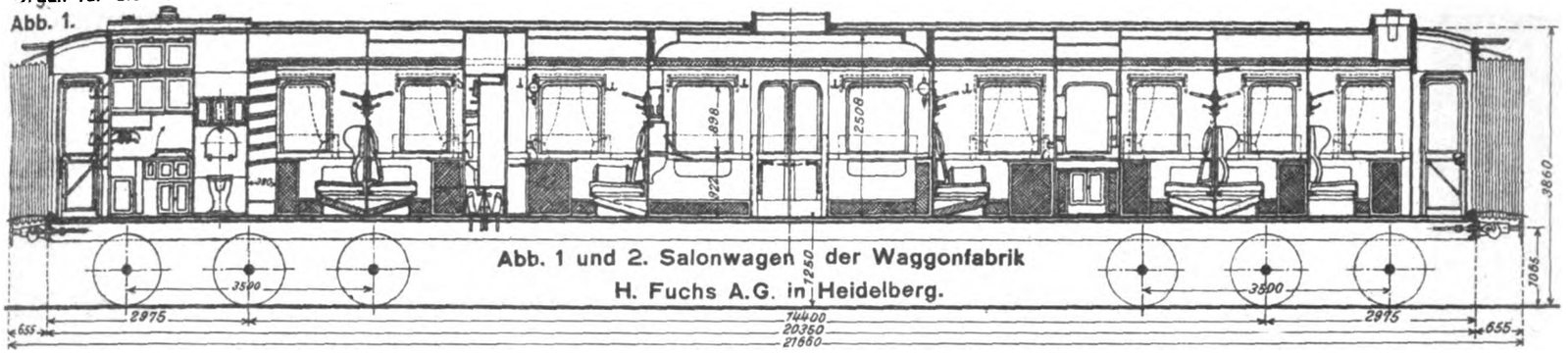


Abb. 1 und 2. Salonwagen der Waggonfabrik H. Fuchs A.G. in Heidelberg.

Abb. 2.

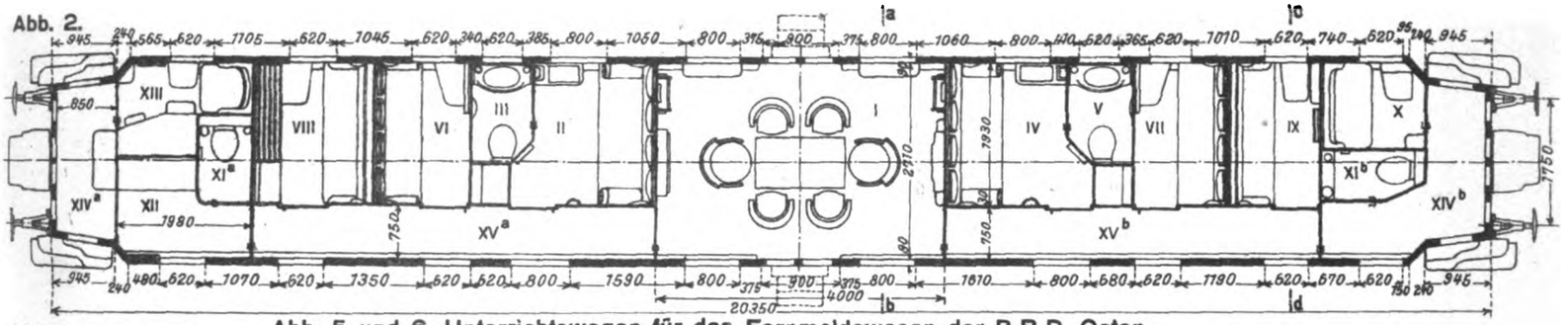


Abb. 5 und 6. Unterrichtswagen für das Fernmeldewesen der R.B.D. Osten.

Abb. 5.

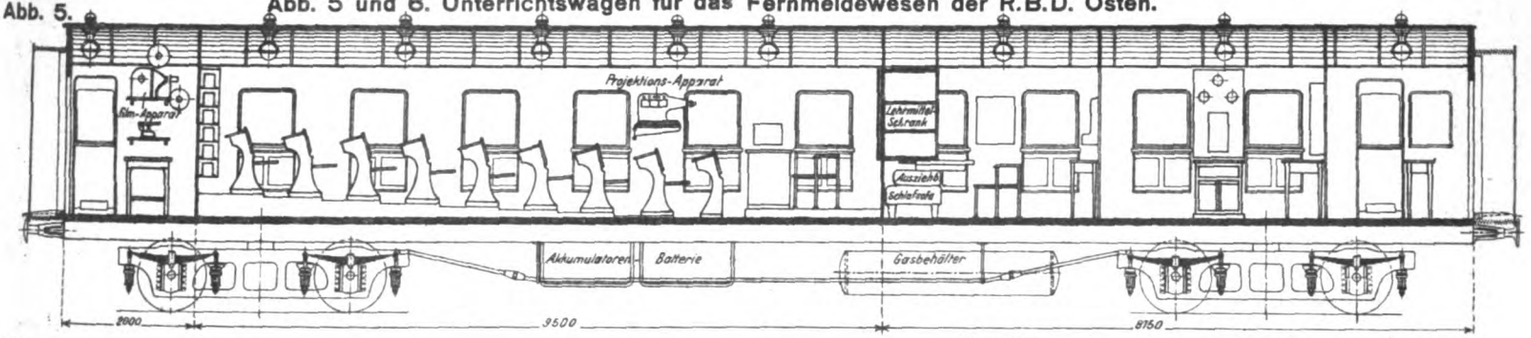


Abb. 6.

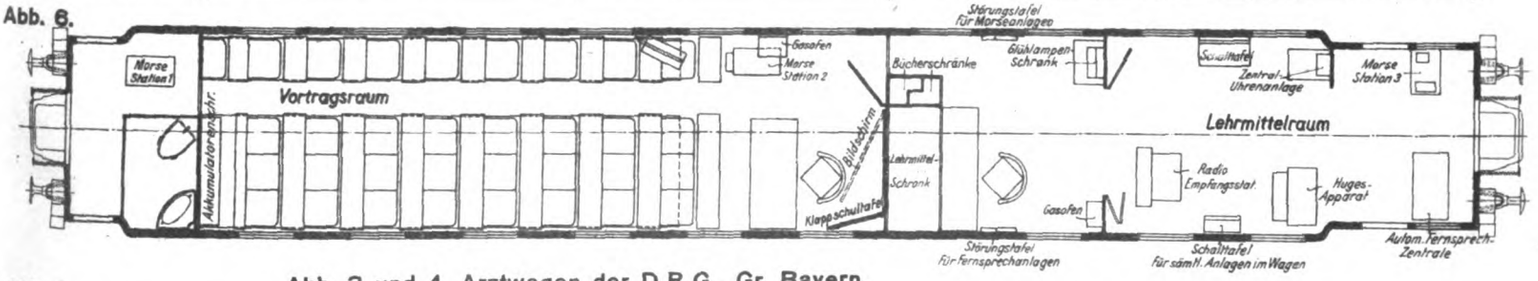


Abb. 3. Abb. 3 und 4. Arztwagen der D.R.G., Gr. Bayern.

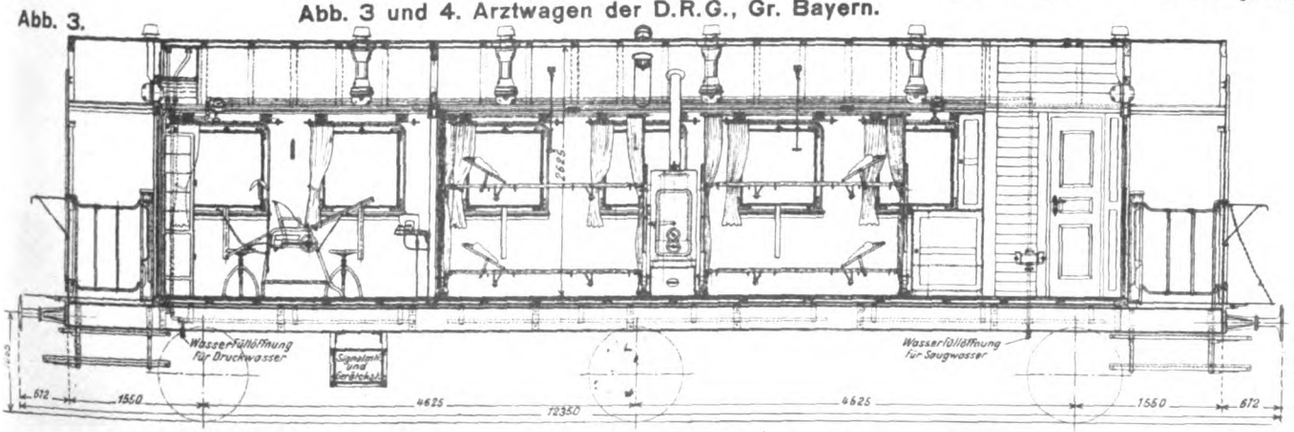
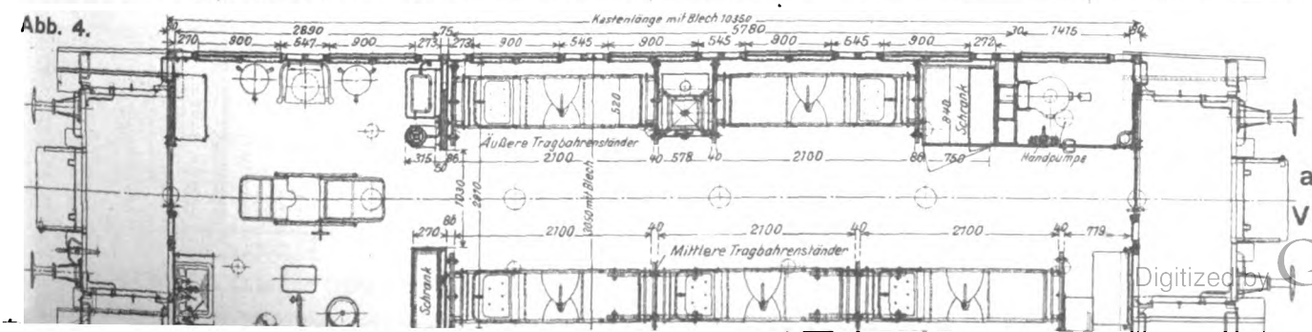


Abb. 4.



Zum Aufsatz: Die Eisenbahnfahrzeuge auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925.

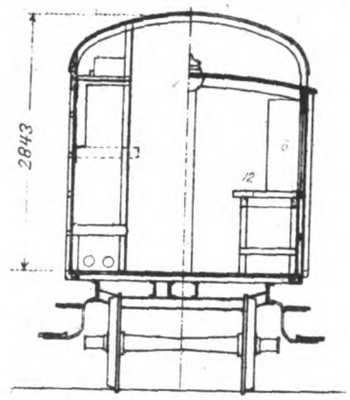
Digitized by Google

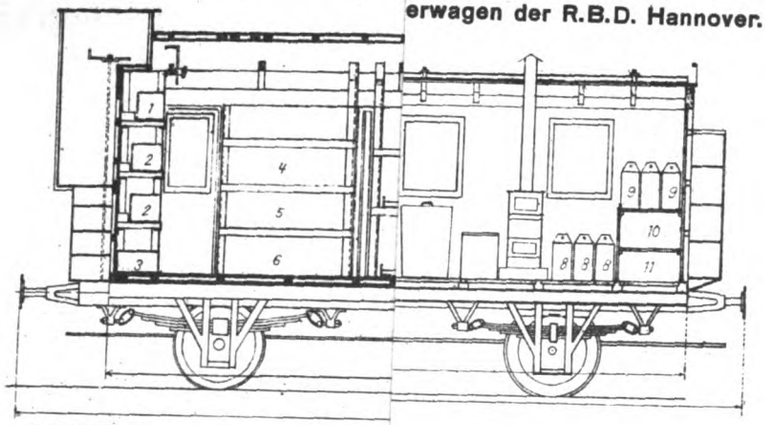
UNIV. OF MICH.

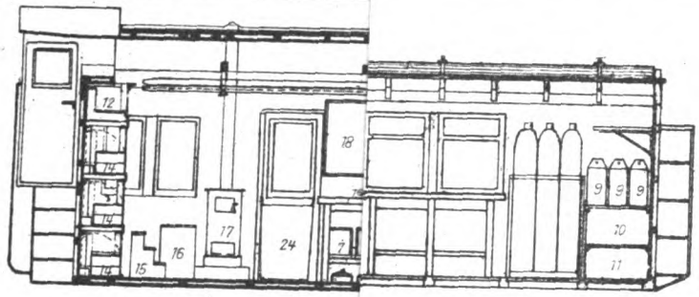
Digitized by Google

erwagen der R.B.D. Hannover.

Abb. 12.







Erklärung zu Abb. 1-4.

14 Leiter
15 Tritt
16 Werkzeugschrank
17 Werkbank mit Schraubstock
18 Esse
19 Ambos
20 elektr. Schnellsägemaschine
21 elektr. Bohrmaschine
22 zerlegbare Weißblechhütte
23 Ausziehbare Laufkatze mit Flaschenzug für 600 kg

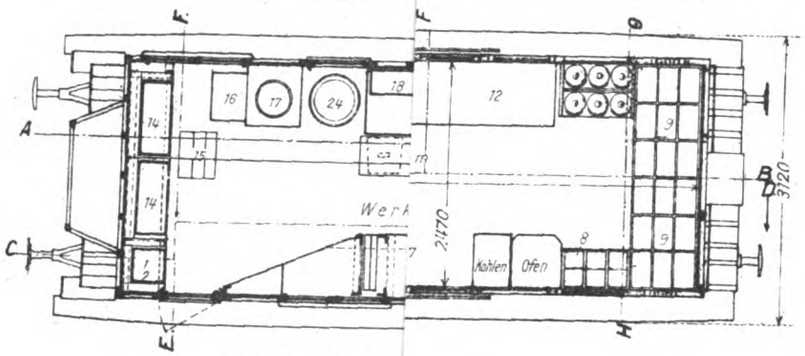
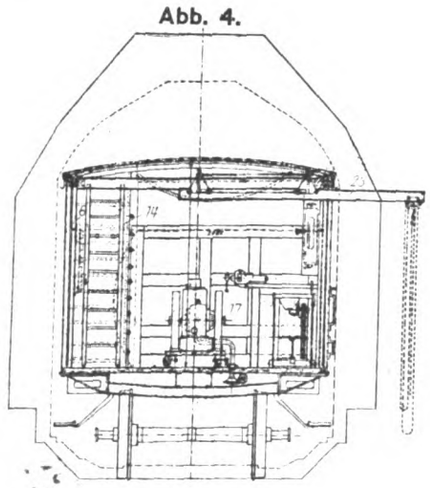


Abb. 5 bis 8. B

Abb. 4.



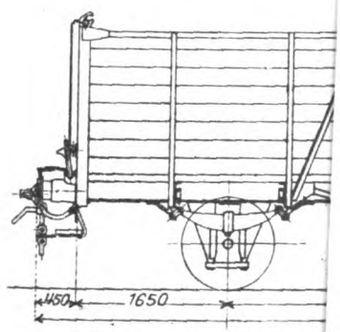
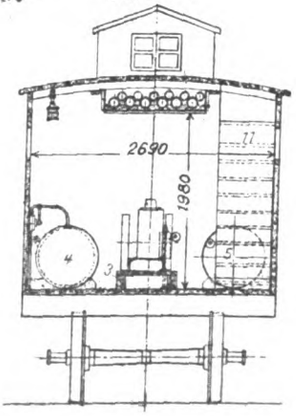


Abb. 3.



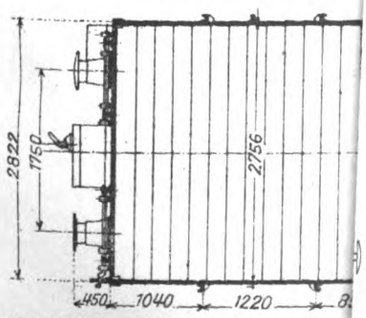


Abb. 13 bis 16. Offener Güterwagen

C. W. Kreidel's Verlag München.

Lith. Anst. v. F. Wintz, Darmstadt

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

81. Jahrgang | **30. März 1926** | **Heft 6**

Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925.

Von **Georg Lotter**, München und **A. Wichert**, Mannheim.

Hierzu Tafel 12.

Die auf der Deutschen Verkehrsausstellung zur Schau gestellten elektrischen Lokomotiven waren auf dem vierten Gleis der 196 m langen, 32 m breiten Fahrzeughalle untergebracht, welche in der südwestlichen Ecke des Ausstellungsgeländes als vorübergehender Holzbau erstellt war. Die meisten der ausgestellten Lokomotiven, welche sämtlich der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gehören, waren bereits auf der Seddiner Schau im September 1924 zu sehen, so dafs sich der nachfolgende Bericht auf die ausführliche Abhandlung von Otto Michel im Organ 1924, Seite 177 bis 187 und den Bericht Rechenbachs im Organ 1925, Seite 89 bis 91 stützen kann und nur Ergänzungen dieser Ausführungen, sowie inzwischen gemachte Betriebserfahrungen bringen soll.

Zusammenstellung 1 gibt eine Übersicht über die acht ausgestellten elektrischen Vollbahnlokomotiven, ihre Gattungsbezeichnung, Bahnnummer, Erbauer, wichtigsten Hauptabmessungen und Gewichte. Die gewählte Reihenfolge ist innerhalb der Lokomotivgattungen die zeitliche.

auf die Kurbelzapfen der Motorlager, Vorzüge, die sich bis zu einem gewissen Grade auch bei den praktisch nie fehlerfreien Getrieben vorteilhaft gegenüber solchen mit nur einem angelenkten Treibstangensystem auswirken.

Die eisenbahn-technische Welt freilich stand damals mit wenigen Ausnahmen dem Entwurf dieser Lokomotive recht ablehnend gegenüber und prophezeite baldige Zertrümmerung des Triebwerkes. Der Erfolg der ersten Probeausführung, die 1917 nach Überwindung unzähliger Schwierigkeiten in Betrieb genommen wurde, bestätigte aber die Erwartungen der Schöpfer: Motor, Triebwerk und Fahrzeug erwiesen sich als brauchbar, 17 weitere Lokomotiven wurden inzwischen beschafft und hierbei in Einzelheiten stetig vervollkommnet: elf wurden von den Bergmann El. W., sechs von Maffei-Schwartzkopff geliefert; die Fahrzeuge hierzu erbauten die Linke-Hofmann-Werke, Breslau, bzw. Schwartzkopff in Wildau.

Taf. 12, Abb. 1 bis 4 gibt eine Zusammenstellungszeichnung dieser Lokomotive und zwar der ersten Ausführung, Betriebs-

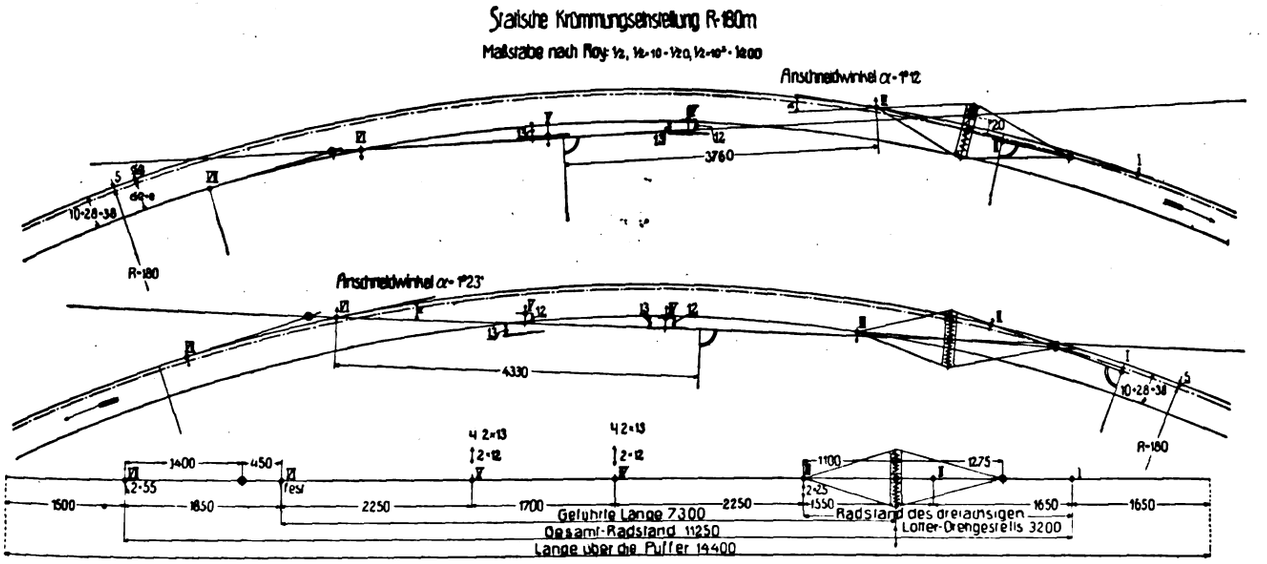


Abb. 1.

1. Die 2 D 1 Personen- und Schnellzuglokomotive der Strecke Görlitz—Königszelt E P 246.

Betriebsprogramm, Entstehungsgeschichte, Gesamtanordnung und Einzeldurchbildung dieser Lokomotivgattung sind aus der ausführlichen Abhandlung Paul Müllers in »Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen« 1918, Seite 129, 137 bekannt. Die Lokomotive verkörpert die erste einmotorige Ausführung für sehr hohe Leistung, mit Doppel-Parallelkurbeltrieb, dessen günstige Eigenschaften schon im Jahre 1911 von Kleinow erkannt und als aussichtsvoll nachgewiesen wurden, vergleiche Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1911, Seite 181.

Bei »idealer« Ausführung des Triebwerkes (kein Lagerspiel, keine Ausführungsfehler, nur Stangen elastisch) ist es gekennzeichnet durch gleichmäfsige Verteilung der Motorleistung auf die beiden Antriebskurbeln und unveränderlichen Druck

Nr. 235. Der Raum- und Gewichtsbedarf der elektrischen Ausrüstung hätte eine sechsachsige, als 1 D 1 geplante Lokomotive, zugelassen. Die guten lauftechnischen Erfahrungen mit der vorgenannten Probelokomotive veranlassten jedoch die Verwaltung, die siebenachsige Form beizubehalten.

Fahrzeug: Die Führung in der Geraden erfolgt am Vorderende durch ein dreiachsiges Lotter-Drehgestell, am hinteren durch die festgelagerte Endkuppelachse. Die Krümmungsbeweglichkeit wird durch das genannte Drehgestell und die Endlaufachse, die in einem Bissel-Gestell gelagert ist, in ausreichendem Grad ermöglicht. Das Klemmen der beiden mittleren Kuppelachsen wird durch seitliche Verschiebbarkeit und gleichzeitige Verschwächung der Spurkränze vermieden. Abb. 1 läfst die statische Krümmungseinstellung der Lokomotive, nach dem Royschen Verfahren unter Einzeichnung der Geleisachse aufgezeichnet, erkennen.

Digitized by Google

Zusammenstellung 1.

Nr.	Achsfolge	Gattung, Bahnnummer			Erbauer	Baujahr	Dienstgewicht	Reibungsgewicht	Höchstgeschwindigkeit	Dauerleistung am Treibradumfang	Motorzahl	Antrieb	Treibraddurchmesser	Gesamtachsstand
1	2 D 1	EP 246 Breslau	11[1]	11[2]	Bergmann-Linke-Hofmann	1923	114,2	73,3	90	Bei 60—90 km/Std. 2150 PS	1	Doppel-Parallelkurbeltrieb über zwei Blindwellen	1250	11,650
2	2 C 2	ES 55 Halle	5 + 2	7	Bergmann-Schwartzkopff	1923	107,5	56	110	Bei 75—2100 PS, „ 85—2250 „, „ 110—1650 „	1		1600	12,550
3	1 A_4 1	ES 1 21001 Bayern	10	10	BBC-Krauss	1925	101	73,8	110	Bei 80—100 km/Std. 2000 PS Bei 110—1680 PS	4	Vier Buchli-Einzelachsantriebe	1600	12,600
4	1 C 1	EP 2 20014 Bayern	19 + 10	29	BBC-Maffei	1924	85,8	54,6	75	Bei 50—68,5 1000 PS Bei 75 840 PS	2	Parallelkurbeltrieb über eine Blindwelle	1400	8,950
5	2 B B 2	EP 5 21528 Bayern	35	18,5 16,5	SSW-Maffei AEG	1925	142	78	90	Bei 54—90 1960 PS	4	Zwei getrennte Parallelkurbeltriebe über je eine Blindwelle	1400	13,600
6	1 B - B 1	EG 722 Halle	37 + 19	31 25	MSW-Schwartzkopff Bergmann- „	1924	108	74	65	Bei 39—65 1600 PS	2	Kuppelachsantrieb mittels schwach geneigter Treibstangen durch Rahmen-Vorgelegemotor	1400	12,100
7	C - C	EG 581 Breslau	14 + 2	16	AEG	1924	119,5	119,5	55	Bei 33—55 1960 PS	4		1250	11,760
8	C - C	EG 5 22502 Bayern	16 + 2	18	SSW-Krauss	1925	118	118	55	Bei 33—55 1960 PS	4		1250	11,760

[1]) Anzahl der 1922/23 und 1924 bestellten elektrischen Lokomotiven.
[2]) Verteilung der Lokomotiven auf die Lieferanten.

Die grofsen Anschneidwinkel der Endkuppelachsen haben zu Anständen im Betriebe nicht geführt. Aufser der erwähnten Endkuppelachse besitzt die Lokomotive keine festgelagerte Achse, hat also keinen festen Radstand, eine Anordnung, die sich bei einer Reihe von Lokomotivbauformen der neueren Zeit bewährt hat.

Die elektrische Ausrüstung besteht, wie bereits erwähnt, aus einem einzigen, für ein Fahrzeug riesigen Motor von 2100 PS Dauerleistung, aufserdem einem Transformator, der zur Gewichtsersparnis mit Trockenisolation ausgeführt ist, der Hochspannungseinrichtung, Steuerung und Nebenteilen wie Luftpresser, Lüfter usw. Abb. 2 zeigt einen solchen Motor auf dem Prüffeld (die Kurbeln sind abgenommen), Abb. 3 einen Transformator mit den unmittelbar aufgebauten Luftdruckschützen. Die Fahrtwendung erfolgt in bemerkenswert einfacher Weise durch Bürstenverschiebung. Der Motor hat im Gegensatz zu allen anderen Konstruktionen nur eine einzige Wicklung im Ständer, wodurch er aufserordentlich einfach wird.

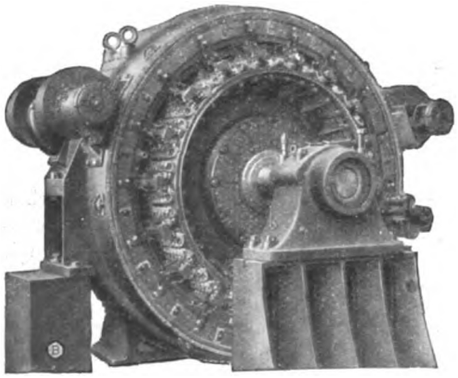


Abb. 2. Triebmotor der 2 D 1-Lokomotive.

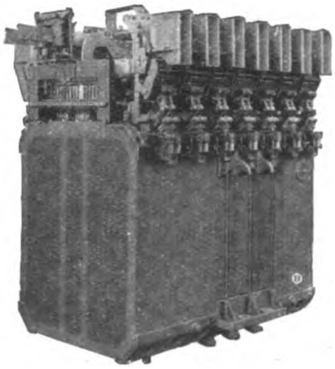


Abb. 3. Transformator der 2 D 1-Lokomotive mit aufgebauten Schaltern.

Der bei den ersten Lokomotiven dieser Gattung an einem Ende — als Gegengewicht gegen den Transformator — aufgestellte Dampf-Heizungskessel mit Maffeischer Kohlen-Schüttfeuerung kommt künftig nicht mehr zum Einbau, da die Deutsche Reichsbahn neuerdings doch, nach dem Vorgang der Schweiz, vorzieht, die Heizung der durchgehenden Züge durch Heizwagen, diejenige der Nahzüge elektrisch zu bewirken. Der durch Beseitigung des Heizkessels frei gewordene Raum dient nunmehr zur übersichtlichen Unterbringung der Druckluft-Erzeugungseinrichtungen.

2. Die 2 C 2 Schnellzuglokomotive der Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle.

Diese Lokomotive ist aus der vorbesprochenen entwickelt. Die höher gesteigerten Geschwindigkeits-Anforderungen der Flachlandstrecke bedingten gröfsere Treibräder: 1600 gegen 1250 mm, die geringeren Zugkräfte erforderten nur drei gekuppelte Achsen, so dafs sich eine 2 C 2 Lokomotive ergab, deren Achsanordnung mit Rücksicht auf den Doppel-Parallelkurbelbetrieb in geringem Grad unsymmetrisch ausgestaltet werden mufste, was sich zum Schnellfahren in der Geraden in schon vielen Fällen als vorteilhaft erwiesen hat. Abb. 4 läfst die Gesamtanordnung in einer Linienskizze ersehen, Taf. 17 des Jahrganges 1924 gibt eine ausführliche Darstellung.

Digitized by Google

Fahrzeug: Die Führung in der Geraden besorgen einerseits die beiden amerikanischen Drehgestelle, deren Mittellinie mit Rücksicht auf das Durchfahren von 180 m Krümmungen gegenüber dem am Hauptrahmen befestigten Führungszapfen um 80 mm nach jeder Seite verschiebbar sind, ein Mafs,

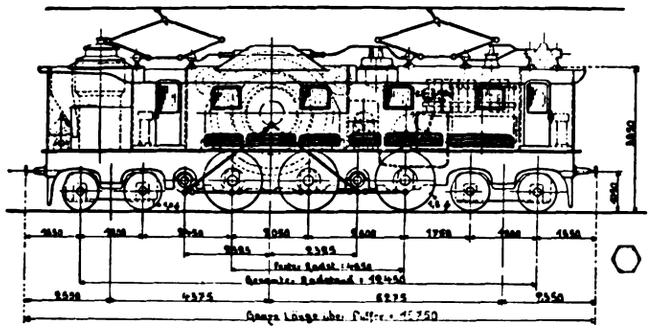


Abb. 4. Gesamtanordnung der 2 C 2-Schnellzug-Lokomotive der Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle.

welches neuerdings häufig ausgeführt wird, andererseits die drei mittleren Kuppelachsen, die in einem festen Achsstand von 4,65 m angeordnet sind.

Die Krümmungsbeweglichkeit wird durch die erwähnten starken Ausschläge der amerikanischen Drehgestelle und durch Verschwächung der Spurkränze der mittleren Kuppelachse ermöglicht.

Rahmen: Die Kraftübertragung vom Motor zu den Treibrädern durch einen Doppel-Parallelkurbeltrieb und zwei Blindwellen führte zur Zusammenziehung der Anker- und Blindwellenlager jeder Lokomotivseite in ein umfangreiches Stahlgufsstück, in welches auch die Lagerung der zwischen den Blindwellen liegenden Kuppelachsen einbezogen wurde, eine höchst bemerkenswerte bauliche Lösung. An die erwähnten Stahlgufsstücke wurden beiderseits die Bleche des Hauptrahmens angeschraubt, womit ein gemischter Stahlgufs-Blechrahmen entsteht, der den Anforderungen des Antriebes gut entspricht.

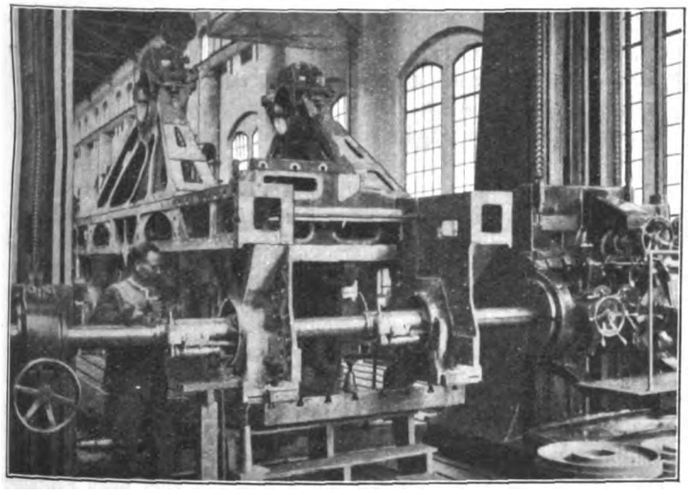


Abb. 5. Stahlgufs-Lagerrahmen der 2 C 2-Lokomotive auf dem Bohrwerk.

Zuverlässigkeit der Lagerung und geringes Gewicht des ganzen Rahmens wurden erreicht. Die werkstattechnische Bearbeitung des mittleren Rahmenteiles, der übrigens auf dem Stand M. S. W. nochmals besonders zur Schau gestellt ist, kann aus der Abb. 5 ersehen werden.

Die elektrische Ausrüstung unterscheidet sich in ihren Hauptteilen nur unwesentlich von derjenigen der 2 D 1 Lokomotiven. Allerdings ist hier ein Öltransformator statt des Lufttransformators zur Anwendung gelangt, dessen Gewicht rund 20 % höher ist. Bezüglich der Nebenteile (Ölschalter, Stromabnehmer, Luftpumpen, Instrumente, Sicherungen, Schaltkästen usw.) sei besonders darauf hingewiesen, dafs bei dieser Lokomotive ebenso wie übrigens bei allen weiter unten beschriebenen, schon die von der Reichsbahngesellschaft angeordnete Vereinheitlichung durchgeführt ist, worüber am Schlufs ausführliche Bemerkungen angefügt sind.

3. Die 1 A_4 1 Schnellzuglokomotive der Reichsbahndirektionen München und Regensburg; Gattung ES 1.

Die Gesamtanordnung dieser Lokomotive ist aus Tafel 16 des Jahrgangs 1924 ersichtlich, woselbst auf Seite 185 eine kurze Beschreibung des hiermit in Deutschland erstmals ausgeführten Buchli-Einzelachsantriebes gegeben ist.

Schon äufserlich gibt diese Antriebsart der Lokomotive das Gepräge. Das Fehlen aller Gestänge, wie sie bei Dampflokomotiven unvermeidlich und besonders bei langsam laufenden elektrischen Lokomotiven ebenfalls schwer zu entbehren sind, wenn man nicht allerhand Nachteile in Kauf nehmen will, gibt dem Fahrzeug mit seinem von vorne bis hinten durchlaufenden Oberkasten das Aussehen eines Motorwagens. Gegenüber den Stangenlokomotiven mit Zahnradmotoren unterscheidet sie sich, wie aus Zusammenstellung 1 hervorgeht, sehr vorteilhaft durch ihr geringes Gesamtgewicht. Sie nimmt es in dieser Beziehung mit den als besonders leicht geltenden reinen Stangenlokomotiven mit nur einem einzigen Motor und Doppel-Parallelkurbeltrieb auf.

Die ausgestellte Lokomotive zeigt in erster Linie den mechanischen Teil, die elektrische Ausrüstung ist nur mit den Hauptteilen eingebaut. Eine eingehende Beschreibung dieser Lokomotive wird nach dem Vorliegen von Betriebserfahrungen erfolgen.

Fahrzeug. Von dieser Bauform befinden sich zehn Stück z. Z. im Bau, fünf werden mit Helmholtz-Drehgestellen an beiden Enden versehen, fünf dagegen erhalten »Buchli-Drehgestelle«, bei welchen die antreibende Achse mit der Laufachse zu einer Art zweiachsigem Bissel-Gestell vereinigt ist, dessen Drehpunkt unmittelbar hinter der Treibachse liegt. Es wird also der Vorteil des Buchli-Antriebes, auch Drehbewegungen zu gestatten, bei diesen fünf Maschinen ausgenutzt. Die Radial-Einstellung gewährleistet einen geringeren Verschleifs der äufseren Spurkränze, wohingegen die Ausführung mit Helmholtz-Drehgestell bekanntlich den Führungsdruck in stets gleichmäfsiger Weise auf Laufachse und Treibachse zu verteilen gestattet.

Der Entwurf sieht die leichte Abänderung der einen Ausführungsart in die andere vor, so dafs bei wesentlicher Überlegenheit einer derselben eine einheitliche Ausführung möglich ist.

Der Rahmen besteht aus Blechen mit 25 mm starken Wangen. Zu seiner Versteifung wurden auf der Antriebsseite die Oberteile der stählernen Antriebsgehäuse miteinander und mit entsprechend angeordneten Rahmenteilen verschraubt unter Einfügung eines Zwischenstückes in der Mitte und von Übergangsstücken an den Enden. Es entsteht auf diese Weise eine fortlaufende, vorne und hinten nach der Seitenwange führende Linie, die dem ganzen grofse Festigkeit und ein recht gefälliges Äufseres verleiht.

Besondere Beachtung verdient die Ausbildung des Kastenaufbaus, welche in engster Zusammenarbeit des Elektroingenieurs mit dem Lokomotivbauer entwickelt wurde. Hier galt es, früher häufig gemachte Fehler zu vermeiden, durch welche Wartung und Auswechslung der Teile der elektrischen Ausrüstung aufserordentlich zu deren Nachteil erschwert wurden. Von gröfster Wichtigkeit war auch die zweckmäfsige Durchbildung der Luft-

Digitized by Google

führung; denn man mufs berücksichtigen, dafs eine solche Lokomotive im Vollbetrieb rund. 50 PS Lüfterleistung benötigt, um die in ihr entwickelte Wärme aus Motoren und Transformator herauszuschaffen.

Aufser den festen Endteilen des Kastens, den Führerständen, auf denen auch die Stromabnehmer befestigt sind, sind fünf abnehmbare bis zur halben Höhe der Lokomotive heruntergezogene Dachteile vorhanden. Der mittlere liegt über dem Transformator, je zwei äufsere über je zwei Antriebsmotoren. Der Ausbau dieser Hauptteile ist also nach Entfernung ganz weniger Schrauben möglich. Er kann in einigen Stunden erfolgen, wozu man früher manchmal Tage brauchte.

Zwei grofse Seitentüren neben den Führerstandstüren an den Enden der Lokomotive gestatten, ohne Abnahme von Dachteilen, die Auswechslung des Luftpressers sowie der Apparateteile. Fünf in der unteren Hälfte der Seitenwand liegende mit Jalousien und Drahtsieben verschlossene Klappen dienen dem Luftzutritt, während auf der anderen, in der Abbildung nicht sichtbaren Seite, teils oben teils unten liegende Klappen die Auswechslung und Untersuchung der hier liegenden Teile der elektrischen Ausrüstung gestatten.

Die elektrische Ausrüstung besteht in ihren Hauptteilen wieder in Transformator, Motoren und Steuerung, in ihren Nebenteilen in den Hochspannungsapparaten und Leitungen, den Lüftern, dem Kühler und der Luftdruckeinrichtung, der Beleuchtung und Heizung.

Der Öltransformator von 1750 kVA, ausreichend für den Betrieb dieser Maschine mit 2000 PS Motorleistung nach Reichsbahnnorm und für die elektrische Heizung des Zuges ist ölgekühlt. Sein geringer Raumbedarf ist überraschend, ein Zeichen für die starke Wirksamkeit der Kühlung. Diese erfolgt durch einen auf der den Buchli-Antrieben entgegengesetzt liegenden Seite seitlich unter dem Wagenkasten liegenden Röhrenkühler, durch den das Transformatoröl mittels einer Kreiselpumpe gepumpt wird. Der Kühler selbst wird durch einen von den Motorlüftern abgezweigten Luftstrom seinerseits mit Luft umspült.

Die vier Motoren von je 500 PS Dauerleistung nach Reichsbahnnorm (Abb. 6) liegen beim Buchli-Antrieb über den Rädern,

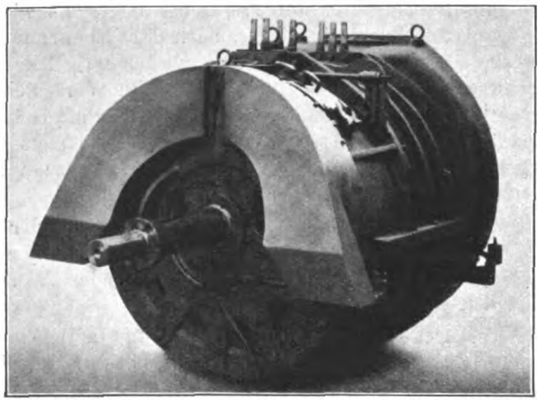


Abb. 6. Triebmotor der 1 A_4 1-Schnellzuglokomotive.

also ziemlich hoch, so dafs eine günstige Schwerpunktlage entsteht und die Motoren selbst gut zugänglich sind. Sie sind unmittelbar im Rahmen mittels besonderer, an den Lagerschilden angegossener Pratzen gelagert. Die Ritzel sind gefedert.

Die Motoren haben die bekannten in einem kollektorartigen Gebilde untergebrachten BBC-Widerstandsverbindungen zwischen Ankerwicklung und Kollektor. Ihre Lüftung erfolgt durch paarweise angeordnete Lüfter, die ihre Luft aus dem Lokomotivinnern entnehmen, durch die Motoren durchblasen und auf deren Kollektorseite nach unten ausstofsen.

Die Steuerung geschieht unter Parallelschaltung sämtlicher Motoren mit dem bekannten B B C-Schlittenschalter (vergl. Abb. 9), einer Art Zellenschalter mit besonderen Funkenziehern. Als neu sei erwähnt, dafs im Gegensatz zu früheren Ausführungen dieser Schlittenschalter gestattet, den Motorstrom in jeder Fahrstellung plötzlich durch Drücken eines Knopfes zu unterbrechen, wodurch ein ihm gegenüber Schützensteuerungen anhaftender Nachteil beseitigt worden ist, der sich besonders im Verschiebedienst bemerkbar machte.

Die Fahrtwendung erfolgt durch besondere Fahrtwender, die unmittelbar durch Druckluft angetrieben werden. Es ist überhaupt bei dieser Maschine das Bestreben erkennbar, möglichst viel mechanisch oder durch Druckluft zu betätigen, ein Bestreben, welches der Mentalität des Dampflokomotivpersonals weit entgegenkommt und sich bei der Inbetriebsetzung einer gröfseren Anzahl der weiter unten beschriebenen 1 C 1 Lokomotiven als sehr zweckmäfsig erwiesen hat.

Alle Nebenteile und Apparate, soweit sie nicht in den Führerständen sein müssen, sind auf der dem Buchli-Antrieb entgegengesetzten Seite untergebracht, als Gegengewicht gegen den Antrieb. Die Führerstände werden sich in nichts von denen der 1 C 1 Lokomotiven unterscheiden, wie sie weiter unten kurz beschrieben sind.

4. Die leichte 1 C 1 Personenzuglokomotive der Reichsbahndirektion München; Gattung EP 2.

Die Raum- und Gewichtsansprüche der elektrischen Ausrüstung dieser in Abb. 7 dargestellten Lokomotive erfordern eine fünfachsige Lokomotive.

Drei Achsen waren zur Erreichung der geforderten Anzugskraft von etwa 11 t als Kuppelachsen auszubilden, so dafs sich zwanglos die Achsanordnung 1 C 1 ergab.

Fahrzeug: Zur Erreichung eines sicheren und ruhigen Laufes wurden alle schweren Teile der elektrischen Ausrüstung gegen die Lokomotivmitte konzentriert und der Rahmen auf die Länge dieser Teile zwangläufig geführt: Vorne durch den Führungszapfen eines Helmholtz-Drehgestelles, hinten durch die festgelagerte Endkuppelachse. Die hintere Laufachse wurde soweit dies mit der Erreichung zweckmäfsiger Achsdrücke vereinbart werden konnte, möglichst nahe an die Endkuppelachse herangerückt und in einem Bissel-Gestell gelagert, welches durch eine Federrückstellvorrichtung mit dem Rahmen kraftschlüssig verbunden ist. Die Ausbildung dieser unsymmetrischen Achsanordnung hat sich als fahrzeugtechnisch gut brauchbar erwiesen.

Die Fahrt in der Geraden erfolgt bis zur höchsten verlangten Geschwindigkeit von 75 km/Std. in beiden Fahrtrichtungen schlingerfrei; die Einfahrt in die zahlreichen Krümmungen der zu befahrenden Strecken geht bei Fahrt mit dem Helmholtz-Gestell voran — dank der guten Eigenschaften dieses Führungs- und Krümmungsbeweglichkeitsmittels, von welchem die Verteilung des Führungsdruckes auf zwei Spurkränze als besonders wertvoll anzusehen ist —, ohne jeden Stofs, auch bei der höchsten zugelassenen Fahrgeschwindigkeit, vor sich; bei Fahrt mit dem Bissel-Gestell voraus ist die Ablenkung in vielen Fällen auch stofsfrei, vereinzelt treten allerdings kurze ruckweise Bewegungen ein, die sich nach Einfahrt in die Krümmung verlieren. Da in beiden Fahrtrichtungen unter den gleichen Geschwindigkeitsanforderungen gefahren werden mufs, ist die ausgführte Achsanordnung in bemerkenswerter Weise geeignet, die bedeutende Überlegenheit des Helmholtz-Gestelles über das Bissel-Gestell augenfällig in Erscheinung treten zu lassen. Sie ist bei einer elektrischen Lokomotive besonders wertvoll, da bei dieser infolge der durchgeführten Anpassung des Fahrplanes an den elektrischen Betrieb fast ständig an der oberen Geschwindigkeitsgrenze gefahren werden mufs. Würde der Raumbedarf der elektrischen

Digitized by Google

Ausrüstung einen um 0,5 bis 0,7 m längeren Oberkasten erfordert haben, so würde auch das hintere Ende mit einem Helmholtz-Gestell versehen worden sein, welches alsdann einen Radstand von etwa 2,4 m erhalten hätte.

und des günstigeren Lichteinfalls erleichtert. Der Oberkasten ist durchwegs aus $2^1/_2$ mm Blechen erbaut, womit wohl die untere Grenze des Zulässigen erreicht sein dürfte. Die gewählte Blechstärke gestattet gerade noch, aufsenbefindliche Nietköpfe

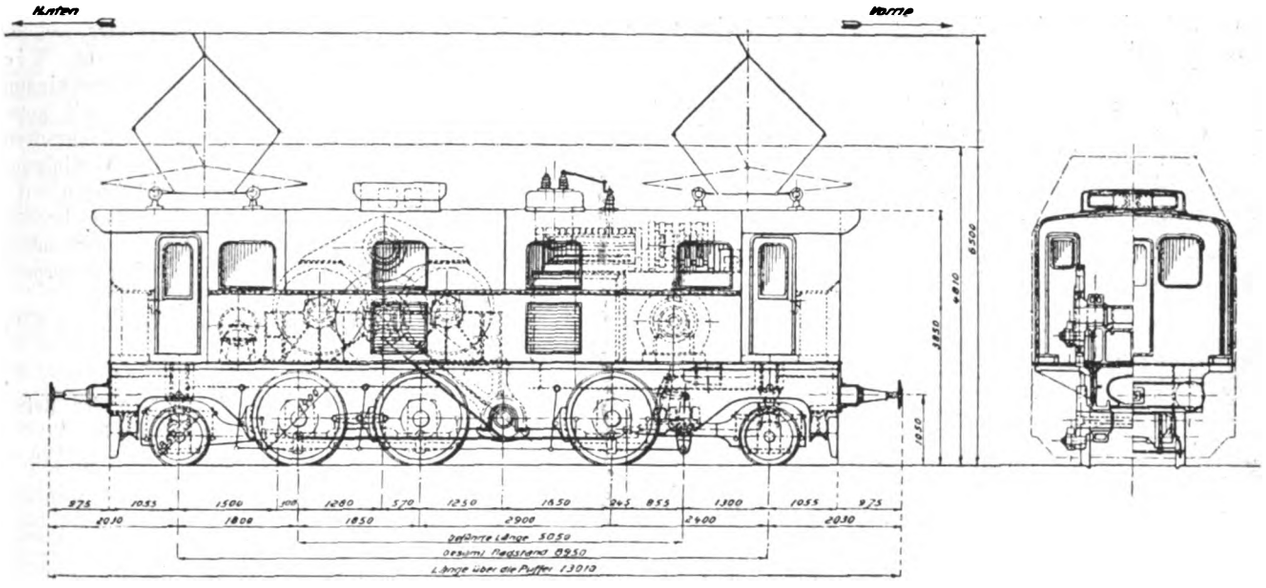


Abb. 7. 1 C 1-Personenzug-Lokomotive der R. B. D. München, Gattung E. P. 2.

Die Federung der Lokomotive ist in folgender Weise durchgeführt: Die beiden Endlaufachsen sind in mittleren Punkten belastet, da hierdurch die Einfahrt in Krümmungen beträchtlich sicherer gemacht wird. Die Kuppelachsen sind mit an die Achslager angehängten Federn versehen, zwischen den beiden hinteren Kuppelachsen sind Längsausgleichhebel angebracht. Der Lokomotivrahmen ist somit in vier seitlichen und zwei mittleren Endpunkten elastisch gestützt. Die gewählte Federung gibt eine anerkannt weiche und sanfte Fahrt.

Die Art des Antriebes mittels zweier Rahmen-Vorgelegemotoren mit gemeinsamer Vorgelegewelle, schrägem Parallel-Kurbeltrieb und Blindwelle lehnt sich an das Triebwerk der 1 D 1 Lokomotiven der Rhätischen Bahn (Nr. 351 und 352, erbaut von der Maschinenfabrik Oerlikon und der Lokomotivfabrik Winterthur und Nr. 391 erbaut von der AEG und Winterthur) an.

Die betriebssichere achsenparallele Lagerung der beiden Ankerwellen, der Vorgelege- und Blindwelle ist bei der besprochenen Lokomotive dadurch erreicht, dafs sämtliche Wellen in einem mehrteiligen, durch solide Verschraubungen verbundenen Stahlgufskörper gelagert sind, von welchen die Blindwellenlagerung als Rahmenquerversteifung, die Lager der übrigen Wellen als kastenförmiger Trog zur Aufnahme der Motoren ausgebildet sind. Abb. 8 läfst den oberen Teil der genannten Stahlgufskonstruktion vor Einbau der Motoren deutlich erkennen.

Der Rahmen ist ein Blechrahmen mit 25 mm starken Wangen. Von der Verwaltung wurde gefordert, dafs die Lokomotiven samt Radsätzen mittels eines Hebezeuges zu handhaben seien, welches an beiden Enden der Lokomotive möglichst nahe an den Pufferbalken anzusetzen ist. Da das Widerstandsmoment der bis zur Rahmenoberkante reichenden Bauteile hierfür nicht ausreichte, mufste der untere Teil der Seitenwände des Oberkastens in den Lokomotivrahmen als tragender Obergurt einbezogen werden, ähnlich wie dies bei Lokomotiven der Schweizer Bundesbahn bereits ausgeführt ist. Durch diese bei Besprechung der 1 A_1 1 S Lokomotive bereits erwähnte Mafsnahme wird der Bau und die Unterhaltung infolge der besseren Zugänglichkeit glatt zu versenken, was mit Rücksicht auf gefälliges Aussehen der Oberkastenwandflächen erwünscht ist.

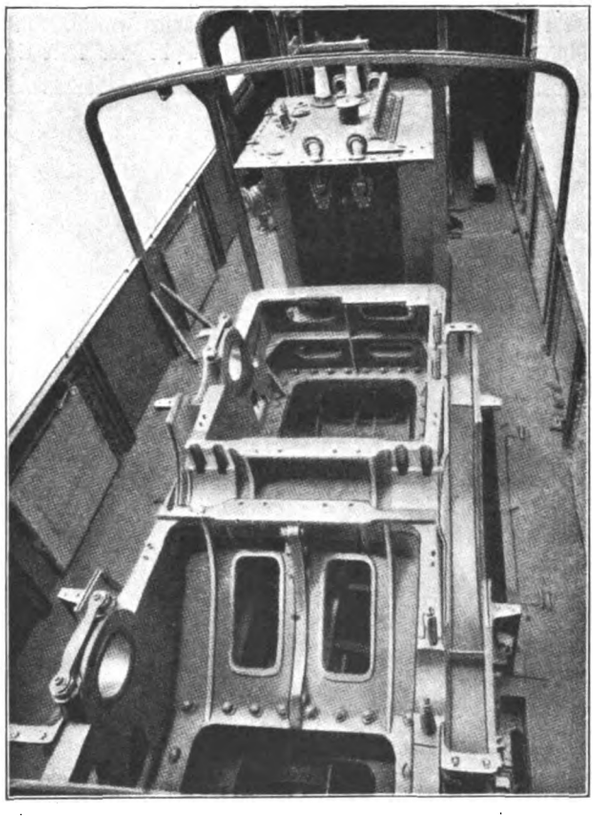


Abb. 8. Motorlagerung der 1 C 1-Personenzuglokomotive.

Die drei gekuppelten Achsen werden nach neuerer Vorschrift der Verwaltung einklotzig mit in Radmitte liegenden Klötzen durch die Knorr-Einkammerbremse gebremst. Die

Digitized by Google

ursprünglich ausgeführten Bremsprozente (98 % bei 3,5 at wirksamer Luftspannung im Bremszylinder) werden künftig auf 85 % ermäfsigt werden. Die Handbremsung erfolgt durch eine Spindel, welche durch Kegelradübersetzung mittels eines Handrads mit wagrechter Welle gedreht wird.

Die elektrische Ausrüstung unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen der 1 A_4 1 Lokomotive nur dadurch, dafs statt vier Motoren deren zwei vorhanden sind und dafs der Transformator statt 1750 kVA nur 875 kVA Leistung besitzt, ferner dafs der Schlittenschalter (Abb. 9) der bei den Schnellzuglokomotiven zweiseitig ausgebildet ist, hier nur einseitig belegt zu werden brauchte, entsprechend der halben Anzahl der zu steuernden Motoren.

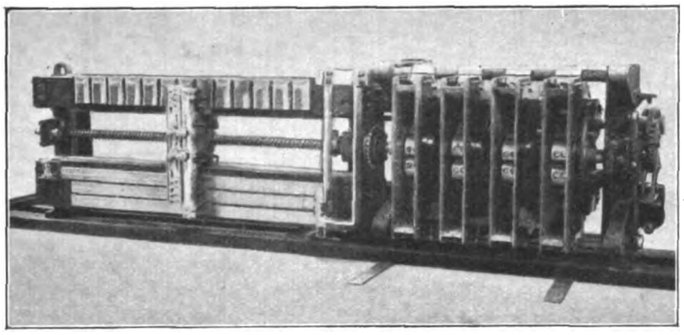


Abb. 9. Schlittenschalter der 1 C 1-Lokomotive.

Der Transformator (Abb. 10), der auch hier auffallend klein ist, wird im Gegensatz zur Anordnung der Schnellzuglokomotiven nicht durch ein Rohrsystem sondern durch einen Wabenkühler, der im Innern der Lokomotive untergebracht wurde, gekühlt. Die Motoren sind die gleichen, lediglich in der Befestigung

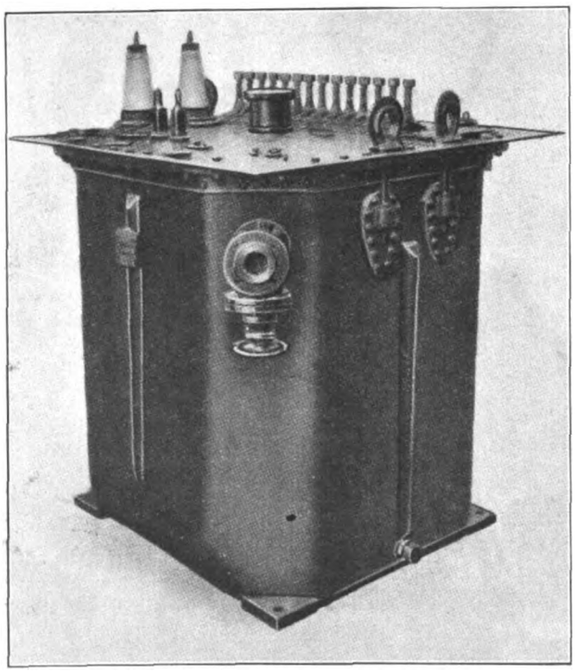


Abb. 10. Lokomotivtransformator der 1 C 1-Lokomotive.

weichen sie von jenen ab, indem sie in den obenerwähnten Trog mit Hilfe von besonderen konzentrisch zur Achse liegenden Lagerhälsen eingebettet sind und durch getrennte Organe gegen Drehung gesichert werden.

Auch hier sind die beiden Motoren parallel geschaltet, so dafs beim Ausfall eines derselben der andere allein im Betriebe bleiben kann. Eine solche innere Reserve ist gerade für den Vorortverkehr, den diese Maschinen teilweise zu bewältigen haben, von gröfstem Wert.

Die Zahnradvorgelege der Motoren dieser Lokomotiven werden, entsprechend den Untersuchungen von Wichert (vergl. Forschungsheft des VDI »Schüttelschwingungen«) gefedert und gedämpft und zwar zur Hälfte mit gefederten Ritzeln, zur anderen Hälfte mit gefederten Zahnrädern ausgeführt. BBC besitzt das Patent für die Vereinigung von Federung mit Lamellendämpfung. Die Erfahrungen mit dieser Anordnung sind die denkbar günstigsten. Irgendwelche Störungen durch Schüttelschwingungen sind nicht mehr vorhanden. Die Zahnflanken der Zahnräder nehmen, trotz hoher Beanspruchung, sehr schnell einen schönen Spiegel an.

Die Vereinheitlichung aller Nebenteile ist auch bei diesen Lokomotiven durchgeführt.

5. Die schwere 2 B B 2 Personenzuglokomotive der Reichsbahndirektion München; Gattung EP 5.

Diese Lokomotive war ursprünglich siebenachsig in der Form 2 B B 1 beabsichtigt. Da allenfallsige Gewichtsüberschreitungen zu einer unzulässigen Überlastung der End-Laufachse unvermeidlich führen mufsten, wurde die 2 B B 2 Achsanordnung vorgezogen, welche hinsichtlich der Verteilung der gefederten Last auf die gekuppelten und Laufachsen ausreichend weiten Spielraum gewährt. Da beim Fahrzeug und der elektrischen Ausrüstung alle Stahlgufsstücke mit beträchtlich gröfseren Wandstärken aus den Giefsereien hervorgingen, als beim Entwurf beabsichtigt war, fiel das Dienstgewicht der Lokomotive zu etwa 140 t aus, wovon etwa $4 \times 19{,}5 = 78$ t auf die gekuppelten Achsen gezogen wurden. Auf Grund früherer Erfahrungen in ähnlich gelagerten Fällen waren alle Tragfedern von Anfang an derart eingerichtet, dafs sie während des Baues der Lokomotive ohne Schwierigkeit verstärkt werden konnten, eine Mafsnahme, die sich auch in Zukunft beim Bau neuer elektrischer Lokomotiven empfehlen wird. Abb. 11 läfst die Gesamtanordnung der Lokomotive erkennen.

Ihre Ausbildung als Fahrzeug war bei der grofsen zu führenden Masse und bei dem grofsen Gesamtradstand, der sich in der Gröfsenordnung von etwa 14 m bewegt, besonders sorgfältig zu überlegen.

Eine Doppellokomotive mit mittlerem Gelenk oder die dreiteilige, bei den Güterzuglokomotiven gewählte Bauart, wurde von Anfang an aus einer Reihe von Gründen ausgeschlossen. Die Einrahmenbauart mit zwei voneinander vollständig unabhängigen, je zweiachsigen Triebwerken wurde bevorzugt, da sie betriebstechnisch aus durchweg erprobten Elementen aufgebaut werden konnte, was bei der grofsen Zahl von gleichzeitig zu bauenden Lokomotiven (35 Stück) von grundsätzlicher Bedeutung war. Der Gesamtradstand wurde soweit verkürzt, als dies mit den Raumansprüchen der elektrischen Ausrüstung und der beiden Führerstände vereinbarlich war. Die Drehgestelle an den beiden Enden erhielten nur 1,85 m Radstand und Laufräder mit nur 850 mm Durchmesser, womit gleichzeitig eine wünschenswerte Gewichtsminderung, sowie eine gröfsere Höhe der Hauptrahmenbleche über den für die Ausschläge der Drehgestellräder erforderlichen Ausschnitten erreicht wurde. Den etwas gröfseren Drehzahlen der Laufräder mufste durch entsprechende Bemessung der Achsschenkellänge Rechnung getragen werden. Die vier Kuppelachsen mufsten infolge des Raumbedarfs der Kuppelräder, der Blindwellenkurbeln und der einseitig anzuordnenden Bremsklötze in 6,8 m Gesamtradstand angeordnet werden, die Endkuppelachsen konnten also mit Rücksicht auf die derzeitigen bindenden Vorschriften nicht mehr fest gelagert werden. Die mittleren Kuppelachsen mufsten

Digitized by Google

zur Vermeidung des Klemmens in engen Krümmungen seitlich verschiebbar und mit verschwächten Spurkränzen versehen werden, ähnlich wie dies bei den besprochenen 2 D 1 Lokomotiven erstmals ausgeführt wurde. So war die Anordnung der vier mittleren Kuppelachsen unabänderlich gegeben. Die Führung in der Geraden mufste also durch Drehgestelle übernommen werden, welche mit Rücksicht auf die 180 m Krümmungen mit 80 bis 90 mm beiderseitiger Seitenverschiebung auszustatten waren. Als nachteilig wurde weiter der Umstand erkannt, dafs beim Durchfahren engerer Krümmungen die Führung des hinteren Endes der Lokomotive vom Drehgestell anf die letzte Kuppelachse übergeht, was eigentlich grundsätzlich vermieden werden sollte.

Diese fahrzeugtechnischen Schwierigkeiten wären dadurch zu überwinden gewesen, dafs die Lokomotive an beiden Enden mit dreiachsigen Lotter-Drehgestellen versehen wurde, welche auf dem süddeutschen Netz der Deutschen Reichsbahn seit 1914, auf dem norddeutschen seit 1917 laufen. Alsdann wäre die Führung in der Geraden und in allen Krümmungen durch die Drehgestellzapfen erfolgt und die Endkuppelachsen hätten sich unter allen Umständen, also auch in flachen Krümmungen, an der Führung der Lokomotive mit ihren Spurkränzen beteiligt. Indes stand dieser Lösung der Mehrbedarf an Gewicht von etwa 3 t im Wege, welcher bei der Höhe des zu erwartenden Gesamtgewichts der Lokomotive unter den derzeitigen Umständen nicht mehr zugelassen werden konnte. Man begnügte sich mit gewöhnlichen amerikanischen Drehgestellen, beschränkte deren seitliche Verschiebbarkeit auf versuchsweise 2 × 80 mm und stattete sie mit einer in weiten Grenzen veränderlichen Rückstellvorrichtung aus. Die einen ruhigen Lauf in der Geraden ergebende, sehr beträchtliche Federspannung derselben wurde bei der ersten Lokomotive durch Versuch ermittelt. Um für die Zukunft, etwa bei Elektrisierung der sehr krümmungsreichen Strecke München—Lindau, welche zahlreiche 292 m Krümmungen aufweist, vollkommen freie Hand zu haben, wurde die Rahmenkonstruktion derart eingerichtet, dafs der Übergang zu Lotter-Drehgestellen an beiden Enden ohne umfangreiche bauliche Änderungen gelegentlich einer Hauptuntersuchung vorgenommen werden kann.

Bei der grofsen Länge des Rahmens — 15,89 m ohne die Puffer — mufsten die Pratzen zum Heben in der Werkstätte zwischen dem Drehgestell und der Endkuppelachse in 8,36 m Entfernung angebracht werden. Die Ausbildung des Triebwerkes, der Einzelteile des Rahmens und der Federung lehnt sich an die leichte 1 C 1 erzonenzugslokomotive Gattung E P 2 an. Die notwendige Erhöhung des Daches über dem Transformator und der mit ihm zusammengebauten Schützensteuerung ermöglichte die Ausbildung eines sehr festen, hochgewölbten, mit dem Rahmen verbundenen Mittelstücks des Oberkastens, welches zur Versteifung und dauernden Festigkeit der über Rahmenoberkante liegenden Aufbauten wesentlich beiträgt.

Die Bremsung sämtlicher Achsen erfolgt in vier Gruppen, von welchen je zwei pneumatisch gekuppelt sind, und zwar durchweg einklotzig. Die Sandung wird durch Schwerkraftsander mit Druckluftsteuerung bewirkt und zwar wird für jede Fahrtrichtung die jeweils vorauslaufende Kuppelachse und die jeweilige dritte Kuppelachse — letztere durch ein selbsttätiges Steuerventil — gesandet.

Der elektrische Teil besteht in seinen Hauptteilen aus einem Öltransformator mit angebauten Henkelrohren als Kühler, welche besonders belüftet werden, aufgebauten Schützen und je zwei Doppelmotoren. Diese Doppelmotoren sind als sogenannte Wannenmotoren ausgebildet, d. h. ihr Gehäuseunterteil, die Doppelwanne, wird zur Querversteifung des Lokomotivrahmens herangezogen, indem es fest mit den oberen Tragwinkeln an den Seitenwangen verschraubt wird. Die Einbeziehung der Doppelwanne in die Rahmenkonstruktion wird besonders wichtig, wenn es sich um tieferliegende Motoren handelt, wie bei den unten beschriebenen C C Lokomotiven, weil dort die beiden Ankerwellen und die Blindwelle derart

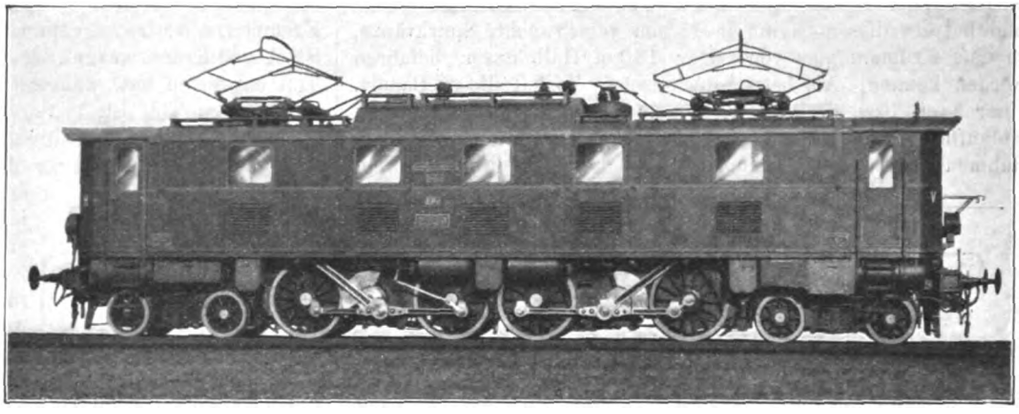


Abb. 11. 2 B B 2-Personenzuglokomotive der R. B. D. München. Gattung E. P. 5.

ungünstige Ausschnitte des Rahmenbleches erfordern, dafs der Rahmen ohne Heranziehung der Motorwanne ausreichend steif nicht ausgebildet werden könnte.

Die Motoren sind also nicht »selbständig«, wie die der oben beschriebenen 1 C 1 Lokomotive, sie werden vielmehr mit ihren Einzelteilen in den Lokomotivrahmen eingebaut, zu dessen Querversteifung die untere Wanne des Motors gehört*). Im Gegensatz zu den B B C Motoren haben sie keine Widerstände zwischen Ankerleitern und Kollektor. Um die Stromstärken nicht zu sehr anwachsen zu lassen, sind die Anker und Wicklungen jedes Doppelmotors in Reihe geschaltet, was unbedenklich ist, weil die Motoren mechanisch miteinander gekuppelt sind, wohingegen bei Einzelantrieb unbedingt Parallelschaltung gefordert werden mufs, um das Durchgehen eines Motors bei schwerer Anfahrt zu vermeiden. Die Zahnradvorgelege auch dieser Motoren haben Federung und Lamellendämpfung. Die Vereinheitlichung aller Nebenteile ist ebenfalls durchgeführt. Die Fahrtwendung erfolgt durch besondere Schützen.

6. Die 1 B - B 1 Güterzuglokomotive.

Diese sogenannte »leichte« Güterzuglokomotive mit 4 × 18,5 t = 74 t Reibungsgewicht und 108 t Dienstgewicht ist für den Dienst auf elektrisierten Strecken des nord- und süddeutschen Netzes bestimmt Die Lokomotive**) ist nach Vorschlag der Verwaltung als Gelenklokomotive besonderer Bauart ausgebildet. Tafel 18 des Jahrganges 1924 gibt eine eingehende Zeichnung.

Die Aufgabe, eine vierfach gekuppelte Güterzuglokomotive mit zwei Rahmenvorgelegemotoren zu entwerfen, ist triebwerkstechnisch bekanntlich schwierig. Im vorliegenden Falle wurde als Antrieb der Kuppelachsantrieb mittels schräg geneigter Treibstangen gewählt, welcher erstmals bei der im Jahr 1910 von der Maschinenfabrik Oerlikon und der Lokomotivfabrik Winterthur erbauten C - C Probelokomotive der Lötschbergbahn

*) Vergl. die Abb. 12 und 14 auf S. 186 und 187 des Jahrgangs 1924.

**) Abbildung siehe Organ 1924, Seite 186.

Digitized by Google

versucht wurde, vergl. Organ 1911, Seite 437, Tafel LIX, Abb. 1 bis 6.

Als Fahrzeug besteht die Lokomotive aus zwei gleichen 1 B-Hälften, welche durch einen zugkraftübertragenden, kurzen Mittelrahmen verbunden sind. Dieser ist auf jeder Lokomotivhälfte in einer, in der Fahrzeugmitte befindlichen Kugelpfanne gelagert, auf welche Zugkräfte unmittelbar, Druckkräfte und Pufferstöfse dagegen nach Überwindung einer Federspannung übertragen werden. Auf diesem Mittelrahmen, gewöhnlich »Brücke« genannt, sind der Transformator samt der Schützensteuerung und die Anlage für die Drucklufterzeugung montiert. Die beiden 1 B-Hälften sind steifachsig, mit 4,55 m festem Radstand, die Mittelachse ist um 2 × 20 mm seitlich verschiebbar und hat überdies noch um je 15 mm verschwächte Spurkränze, so dafs Krümmungen von sogar 140 m Halbmesser befahren werden können. Als betriebstechnischer Vorteil dieser Bauart, einer zwei- bzw. dreiteiligen Lokomotive, gilt die Möglichkeit Ablaufberge zu befahren, was allerdings mit einer in einem Rahmen ausgeführten Lokomotive gleicher Leistung überhaupt kaum erreichbar sein dürfte. Die Triebräder haben 1400 mm Durchmesser, ein für eine Güterzugmaschine hoher Wert. Die Vorgelege- und Ankerwellen sind kugelig gelagert. Das Mittel der Vorgelegewelle liegt 250 mm über dem Kuppelachsmittel, der kugelig ausgeführte Angriffspunkt der schrägen Treibstange liegt 75 mm über dem Kuppelstangenmittel; die Überhöhung beträgt somit 175 mm bei 2930 mm Treibstangenlänge. Da die mittlere Kuppelachse freie Seitenverschiebung hat und einebeniges Triebwerk zur Anwendung kam, mufste die seitliche Führung der Kuppelstange durch Eingriff ihres nach oben gezogenen Schmiergefäfses in die an dieser Stelle geschlitzte Treibstange gesichert werden. Die Bewährung dieser Treib- und Kuppelstangenanordnung bleibt abzuwarten.

Die Federung ist bei den Lokomotiven der ersten Lieferung derart durchgebildet, dafs jede 1 B-Hälfte in drei Punkten unterstützt ist. Bei den neueren Maschinen dagegen sind die Federn der Laufachse voneinander unabhängig, so dafs vier Punktunterstützungen stattfinden.

Die beiden Gestelle tragen je einen Führerstand und einen Teil des Oberkastens. Der Mittelrahmen ist gleichfalls überbaut und durch Übergangbrücken und Faltenbälge an die beiden 1 B-Hälften angeschlossen. Die Bremsung jeder Hälfte ist sechsklotzig mit den früher erwähnten hohen Bremsprozenten. Druckluftsander Bauart Kreck sanden in jeder Fahrtrichtung je zwei Kuppelachsen.

Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive leistet 1600 PS dauernd nach den Reichsbahnnormen, eine Leistung, die wie erwähnt, in zwei Motoren untergebracht ist. Der Transformator ist ölgekühlt, die Steuerung erfolgt durch Luftdruckschützen (vergl. Bemerkungen am Schlufs). Alle Nebenteile sind vereinheitlicht.

7. Die C-C Güterzuglokomotive.

Diese sogenannte »schwere Güterzuglokomotive« von 118 bis 120 t Dienst- und Reibungsgewicht ist zunächst für die schlesischen Gebirgsstrecken, später auch für den Dienst auf der Strecke München—Regensburg bestimmt. Abb. 12 gibt eine Ansicht und Schnittskizze dieser Gelenklokomotive, welche bereits im Jahrgang 1924 unter Beigabe der Tafel 19 besprochen ist. Auf der Münchener Verkehrsausstellung ist sie in zwei Exemplaren vertreten, einmal von der AEG, eine zweite von SSW und Krauss gebaut, welch letztere Firma den mechanischen Teil entworfen hat, während die AEG Ursprungsfirma für den elektrischen Teil ist.

Diese C-C Lokomotive, im Bayerischen Netz als EG 5 bezeichnet, lehnt sich in der Gesamtanordnung an die vorbesprochene 1 B-B 1 Lokomotive an, jedoch ist hier, der gröfseren Leistung entsprechend, jede C-Hälfte mit einem Zwillings-Rahmenmotor mit gemeinsamer Vorgelegewelle versehen, dessen Ankerwellen sich in 1411,6 m Abstand über Schienenoberkante befinden, also beträchtlich niedriger liegen als bei der 1 B-B 1 Lokomotive, welche 1890 mm Motorhöhe über Schienenoberkante aufweist. Die Dauerleistung jeder Motorgruppe ist 980 PS, bei 33 bis 55 km in der Stunde, die Stundenleistung der Lokomotive ist 2300 PS bei 30 km in der Stunde, ein für eine Güterzuglokomotive aufserordentlich hoher Wert. Die dreiachsigen Hälften haben 4,5 m festen Radstand, die mittlere Kuppelachse ist um 2 × 25 mm seitlich frei verschiebbar, so dafs sie ihren Seitenschub auf das Geleise überträgt und die festen Achsen nicht zusätzlich in wagrechtem Sinn belastet, was bei den hohen Achsdrücken für die Schonung des Oberbaues besonders wichtig ist.

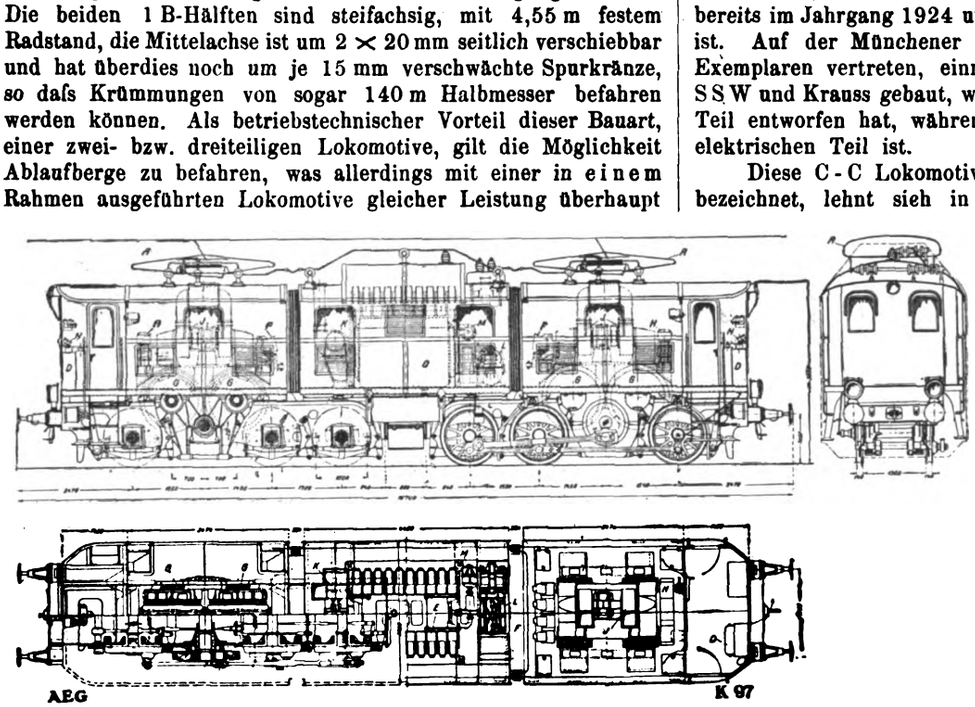


Abb. 12. Schwere CC-Güterzuglokomotive für die schlesischen Gebirgsstrecken der D. R. G.

Die Anordnung des Triebwerkes und der Aufbau des Rahmens sind ähnlich der 1 B-B 1 Lokomotive, das Mittelstück ruht jedoch nicht in zwei Kugelpfannen, sondern ist durch zwei Universalgelenke mit kräftigen zylindrischen Zapfen an die beiden C-Hälften gekuppelt. Diese Kupplung ist in der Längsrichtung durch zwischengeschaltete Federn elastisch. Allzu starke Wankbewegungen des Mittelteiles werden durch vier nachstellbare Dämpfungsfedern verhindert. Die seitliche Führung der Kuppelstangen erfolgt durch die Zapfen der unverschieblich gelagerten Endkuppelachsen jeder Fahrzeughälfte, ist also unbedingt zuverlässig.

Zur Erreichung betriebsbrauchbarer Achsdrücke wurden an der fertigen Lokomotive Spannvorrichtungen zwischen die Brücke und die inneren Rahmenenden der C-Hälften eingeschaltet, welche die inneren Kuppelachsen stärker belasten, die führenden Endkuppelachsen der beiden Hälften dagegen entlasten. Dieser nach dem Vorschlag Kleinows angebrachte Einbau brachte aufserdem eine unerwartete, fahrzeugtechnisch sehr erfreuliche Verbesserung mit sich: Die Ruhe des Ganges der Lokomotive wurde merklich gesteigert, was bei der angestrebten Höchstgeschwindigkeit von 55 km pro Stunde wertvoll ist.

Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive stimmt völlig mit derjenigen der oben beschriebenen 2 B-B 2

Digitized by Google

Lokomotive überein, so dafs weitere Angaben hierüber entbehrlich sind.

Die erreichten Leistungen sind sehr beträchtlich: Auf 10 v. T. wurden 1200 t mit 40 km/Std., 1400 t mit 30 bis 35 km/Std. geschleppt, wozu Leistungen von über 2600 PS am Treibradumfang erforderlich sind.

Zum Schlufs noch einige Bemerkungen allgemeiner Art über die elektrischen Ausrüstungen der in der Ausstellung gezeigten Lokomotiven.

Es galt bei dieser im Jahre 1922 erfolgten Vergebung von insgesamt 138 elektrischen Lokomotiven mit einem heutigen Goldwert von rund 45 Millionen Mark alle die Erfahrungen zu verwerten, welche mit den verschiedenen »Versuchslokomotiven« aber auch mit gewissen Lokomotivserien gesammelt worden waren.

Es soll hier nicht im einzelnen auf die Entwicklung des Elektrolokomotivbaues in Deutschland eingegangen werden, es sei vielmehr nur kurz angedeutet, worin die hauptsächlichsten Schwierigkeiten im Anfang begründet waren.

Die Leistungsbemessung.

Da ist zunächst die Frage der Leistungsbemessung, in welcher anfangs viel gesündigt worden ist. Genügte bei einer Reihe von Lokomotiven vielleicht die Anzugskraft für das aufgestellte Betriebsprogramm, so zeigte sich jedoch bald, dafs die Motoren und Transformatoren im Dauerbetrieb zu heifs wurden. Man war noch zu sehr von den Gewohnheiten des Strafsenbahnbetriebes befangen, bei dem die richtige Bemessung auf Anzugskraft auch meist die richtige Dauerleistung ergab, obgleich letztere nur etwa 35 bis 48 v. H. der Anzugleistung betrug. Bei Vollbahnlokomotiven kann man nur unter intensiver Belüftung die erforderliche Dauerleistung erzielen und zwar werden für jede 500 PS Dauerleistung etwa 15 PS Lüfter- und Kühlerleistung benötigt, um die in den Maschinen auftretende Wärme herauszuschaffen.

Aber auch in der Anfahrleistung und in der programmmäfsigen Förderleistung haben sich die ersten Elektrolokomotiven als unzulänglich erwiesen. Das erkennt man am besten aus der Anzahl der Triebachsen, die bei Schnellzuglokomotiven und bei Personenzuglokomotiven auf vier gestiegen ist (eine dreiachsige Personenzuglokomotive wird heute als »leichte« Lokomotive bezeichnet) und bei Güterzuglokomotiven auf sechs Achsen (eine vierachsige gilt hier als »leicht«). Gleichzeitig ist obendrein der zulässige Achsdruck inzwischen auf 20 t angewachsen.

Mit diesen Darlegungen ist aber ein ganz wesentlicher Unterschied zwischen den neuen und den älteren Maschinen noch nicht erfafst, nämlich der Unterschied in den sogenannten »Leistungseigenschaften«, also das was man als »spezifische Leistung« ansprechen kann. Hier war es nicht eigentlich der Elektriker, der am Überkommenen festhielt, es war vielmehr auch der Dampfmann, welcher in gewissen Eigenschaften des Gleichstrommotors Verwandtschaften mit den Eigenschaften der Dampflokomotive erkannte und als angenehm empfand, nämlich in der Eigenschaft, langsam und mit verhältnismäfsig geringer Überleistung zu Berg zu fahren. Die ersten Wechselstromlokomotiven zeigten genau die gleichen Eigenschaften, man verzichtete bei ihnen noch auf die Möglichkeit, die Fahrgeschwindigkeit auf den Steigungen einfach durch Steigerung der Sekundärspannung zu erhöhen und noch bei den ersten Entwürfen für die den Neuvergebungen zugrunde zu legenden Leistungsvorschriften, waren »Leistungsgrenzen« in Aussicht genommen, die denen der Dampflokomotiven ähnlich waren.

Einer der Verfasser hat in einem Vortrag über »Reihenbildung von elektrischen Lokomotiven« Ende 1921*) bereits kurz auf den wesentlichen Unterschied der Leistungsgrenzen elektrischer Lokomotiven und von Dampflokomotiven hingewiesen und hat dann in einem weiteren Vortrag*) gezeigt, in welcher Weise diese Leistungseigenschaften der Wechselstromlokomotive bewertet werden müssen und wie sich dadurch ganz wesentliche Vorteile erzielen lassen.

Diese Vorschläge wurden von den vergebenden Stellen übernommen, in dem ganz bestimmte Leistungsgrenzen in den Liefervertrag aufgenommen wurden. Abb. 13 zeigt z. B. solche Leistungsgrenzen wie sie für die 1 A_4 1 Lokomotive gelten. Zum Vergleich sind diejenigen einer S 10² Dampflokomotive eingetragen, wobei man deutlich die grofse Überlegenheit der Elektrolokomotive besonders auf Steigungen infolge ihrer zeitweisen Überlastbarkeit und ihrer grofsen

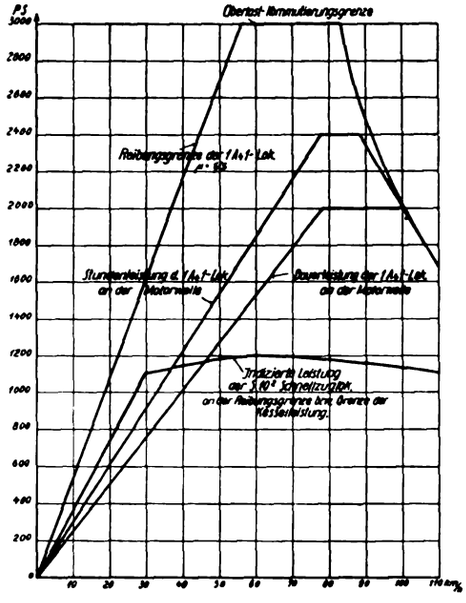


Abb. 13. Leistungskurven einer Schnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb und einer Dampflokomotive. Gattung S 10².

Leistungen auch bei höheren Geschwindigkeiten erkennen kann. Dies bedeutet nichts anderes als eine wesentliche Verkürzung der Fahrzeiten gegenüber dem Dampfbetrieb, eine Erscheinung, die heute bereits recht wertvoll befunden wird. Natürlich ist die Ersparnis um so gröfser, je mehr Steigungen auf der befahrenen Strecke sind. Das ist aber auch meistens der Fall, denn schon aus anderen Gründen sind die »kohlenfressenden« Gebirgsstrecken diejenigen, die am ehesten die Elektrisierung rechtfertigen, wenn es sich nicht schon um sehr stark belastete Hauptstrecken handelt.

Die Vereinheitlichung der Lokomotiven**).

Schon bei einer flüchtigen Besichtigung der acht ausgestellten Lokomotiven fällt auf, dafs gewisse Teile und zwar besonders die in den Führerständen untergebrachten, bei allen Maschinen die gleichen sind. So z. B. mit ganz wenigen Ausnahmen die sämtlichen nicht zur Steuerung der Hauptmotoren dienenden Schalter, die Schaltkästen (Abb. 14) für die Beleuchtung und Heizung, Mefsinstrumente, Geschwindigkeitsmesser, die Führerbügelhähne, Absperrventile u. a. m., was der Führer zu bedienen und zu beachten hat (Abb. 15). Bei genauer Besichtigung stellt man dann noch eine ganze Reihe

*) Vergl. Glasers Annalen 1921, Heft 11 und 12.

*) Vergl. Zeitschrift des V. D. I. 1922, Heft 48, Seite 1080 bis 1085: Die Leistungseigenschaften der Elektrolokomotive.

**) Vergl. Wichert: Die Wechselstromlokomotive der deutschen Reichsbahngesellschaft auf dem Wege zur Vereinheitlichung. Teil 2, der BBC-Nebenschaltkasten. Elektrische Bahnen 1925, Heft 2. — Vergl. Oertel, Teil 3 der Einheitsölschalter. Elektrische Bahnen 1925, Heft 9 und andere Aufsätze, die in Elektrische Bahnen folgen werden.

Digitized by Google

weiterer oft sehr lebenswichtiger Teile fest, welche vereinheitlicht worden sind. Z. B. die Ölschalter, die Stromabnehmer, sämtliche Luftdruckeinrichtungen (Abb. 16), die Heizkupplungen, die Hilfssicherungen, die Dachisolatoren, die Lampen, gewisse

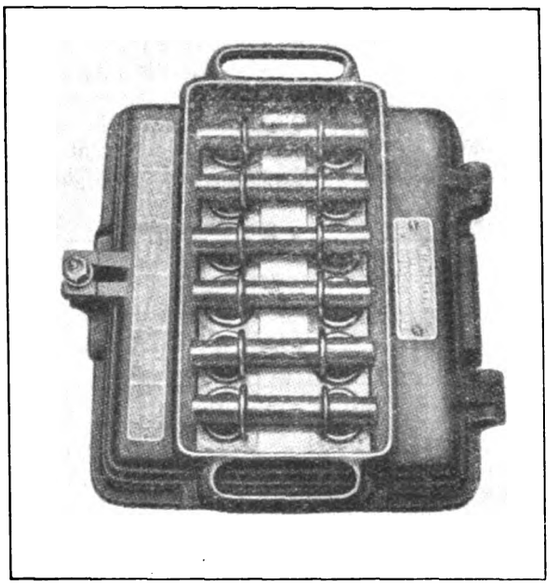


Abb. 14. Einheitslichtschaltkasten für elektrische Lokomotiven. Bauart B B C.

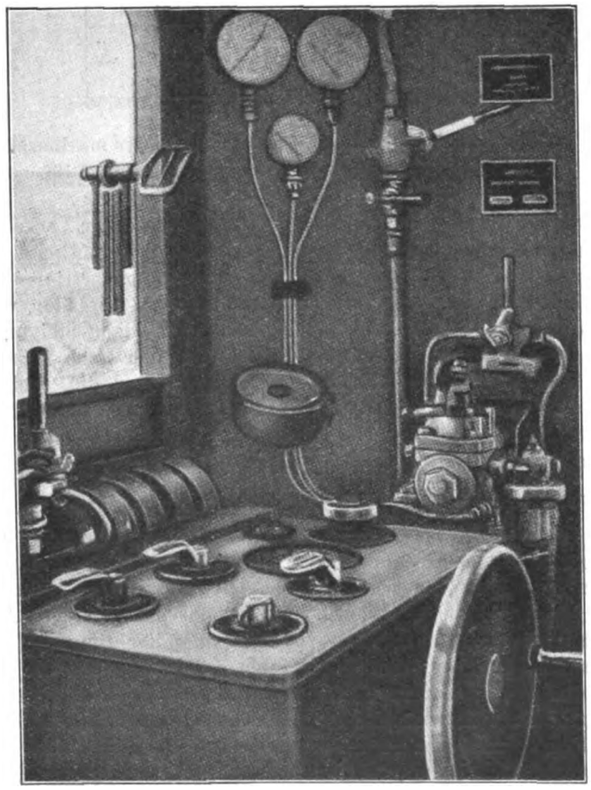


Abb. 15. Führerstand einer 1 C 1-Personenzug-Lokomotive.

Einzelheiten auch an den Hauptteilen, kurz, Dinge, bei deren Wahl sowohl ihre besondere Geeignetheit als auch das Streben, die Aufgabe der Betriebswerkstätte zu erleichtern, ausschlaggebend gewesen ist.

Man mufs der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zu diesem Vorgehen Glück wünschen, denn man kann heute schon feststellen, dafs der erwartete Erfolg eingetreten ist. Das zeigt in erster Linie die überaus glatte Inbetriebsetzung der neuen Lokomotiven auf den bayerischen Strecken, welche in kürzester Zeit ermöglichte, mit einem Personal, das naturgemäfs überwiegend bisher nur Dampflokomotiven bedient hat, einen elektrisierten Fahrplan mit sogenannter einmänniger Bedienung durchzuführen, der auf den bis dahin mit Dampf betriebenen Strecken eine Leistungsverstärkung auf das Zweieinhalbfache bedeutet. Ist selbstverständlich ein solcher Erfolg anteilig auch auf die auf Grund früherer Erfahrungen von sämtlichen Lieferfirmen vorgenommenen Verbesserungen der Hauptteile zurückzuführen, so wäre er doch ohne die Vereinheitlichung der Nebenteile kaum möglich gewesen, die früher auch nur zu oft wegen ihrer nicht »bahnmäfsigen« Bauart, aber auch wegen ihrer Verschiedenartigkeit versagten und zu erheblichen Störungen Anlafs gaben.

Wo einheitliche Konstruktionen nicht durchführbar waren wurde verschiedentlich das Prinzip vorgeschrieben. So erfolgt die Beseitigung der Schüttelschwingungen einheitlich nach Vorschrift der vergebenden Stellen bei allen Vorgelegemotoren durch Einbauen von gefederten und gedämpften Zahnrädern. Die Lieferung der Zahnräder gehört, im Gegensatz zu den Vorschriften in andern Ländern, zum elektrischen Teil. Es sind deshalb auch die Elektrofirmen gewesen, welche von Anfang an die Entwicklung dieses Übertragungsmittels durchgeführt haben*).

Andererseits hat die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft geübte Zurückhaltung bezüglich der Vereinheitlichung der Hauptteile sich ebenfalls als sehr zweckmäfsig erwiesen, denn schon der bisherige Betrieb hat erkennen lassen, dafs manche Ausführung zwar ihre Vorzüge aber auch gewisse Nachteile hat, welch letztere bei der betreffenden Neukonstruktion nicht immer vorauszusehen waren, weil doch auch eine ganze Anzahl von Neuerungen zur Anwendung gelangt ist, für welche eine Sondererfahrung noch nicht vorlag. Hier wird erst ein mehrjähriger Betrieb mit dem für die neuen Lokomotiven geschaffenen Teilen erkennen lassen, ob eine solche Vereinheitlichung möglich und zweckmäfsig erscheint. Eine gewisse Vereinheitlichung ist übrigens durch technische Gruppenbildung einzelner Firmen erreicht worden, so sind die Ausrüstungen der AEG und SSW (als Wasseg) und diejenigen von Bergmann und Maffei-Schwartzkopff (als BMS) nach gemeinsamen Entwürfen ausgeführt worden.

Die Fragen, die zu beantworten sein werden, sind folgende:

Welches ist die günstigste Antriebsform, Stangenantrieb oder Einzelantrieb? Ersterer läfst sich besonders bei Schnellzuglokomotiven vermeiden, er bietet mechanisch gegenüber dem Einzelantrieb Nachteile, elektrisch gewisse Vorteile (Reihenschaltung der Motoren).

Lufttransformatoren oder Öltransformatoren?

Motoren mit oder ohne Widerstandsverbindungen? Erstere gestatten höhere Klemmspannung zu verwenden, also geringere Stromstärken, auch braucht man nicht so hoch mit den Umfangsgeschwindigkeiten zu gehen. Sie sind also elektrisch und mechanisch vorteilhaft für den Einzelantrieb.

Schützensteuerung elektrisch oder elektro-pneumatisch oder mechanische Steuerung als Schlitten- oder Nokensteuerung?

Es ist zu erwarten, dafs der Betrieb mit diesen 138 Lokomotiven, zu denen im Jahre 1924 weitere 35 Stück der verschiedenen Gattungen nachbestellt wurden, weitere Klärung in der Frage der Vereinheitlichung bringen wird, mit dem Endziel durch Reihenherstellung auch der Hauptteile die Kosten der elektrischen Lokomotiven zu verringern und damit ihr Anwendungsgebiet zu vergröfsern.

*) Vergl. „Schüttelschwingungen" von A. Wichert, Forschungsarbeiten, Heft 266.

Digitized by Google

Wohin man schliefslich gelangen kann, wenn auch die Hauptteile vereinheitlicht werden, das hat einer der Verfasser in dem oben bereits erwähnten Aufsatz über »Reihenbildung elektrischer Lokomotiven« (Glasers Annalen 1921, Heft 11 und 12) gezeigt. Diese Vorschläge fielen damals noch nicht auf fruchtbaren Boden. Heute würde manches davon wahrscheinlich schon verwirklicht werden, nachdem auch von anderer prominenter Seite derartige Vorschläge gemacht worden sind (vergl. Reichel: »Gestaltung elektrischer Lokomotiven« in Eisenbahnwesen V. D. I.-Verlag), die unter Berücksichtigung inzwischen gemachter Erfahrungen auf das gleiche hinauslaufen.

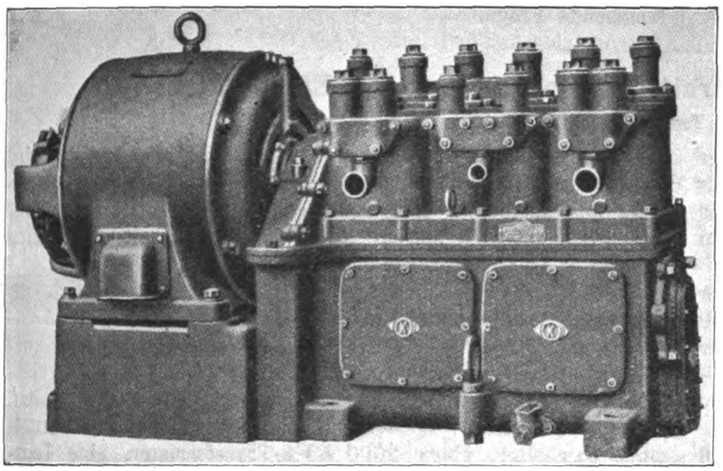


Abb. 16. Einheitsmotorkompressor Bauart B. E. W.-Knorr.

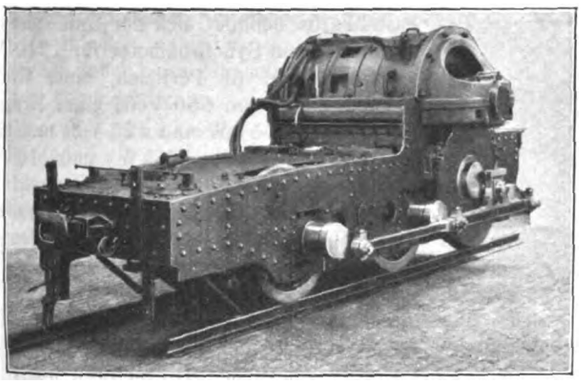


Abb. 17. Treibgestell mit Brownscher Kuppelstange.

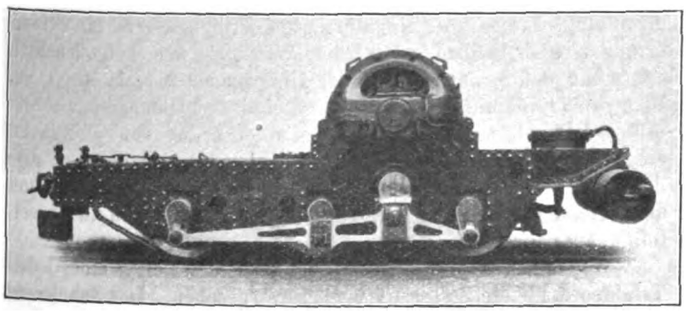


Abb. 18. C-Treibgestell der neueren Bauart mit Hauff-Kuppelstangen.

Aufser den besprochenen Vollbahnlokomotiven, welche sämtlich der Deutschen Reichsbahn gehören, war noch eine sehr bemerkenswerte Schmalspurlokomotive des öffentlichen Verkehrs ausgestellt,

die C + C Lokomotive der 760 mm-spurigen niederösterreichisch-steierschen Alpenbahn St. Pölten-Mariazell-Gufswerk.

Diese 91,3 km lange Strecke weist zahlreiche Steigungen bis $27^0/_{00} = 1 : 37$ und Krümmungen bis zu 80 m Halbmesser auf; sie wurde früher mit Dampflokomotiven betrieben und mit der fortschreitenden Steigerung der Verkehrsleistungen in den Jahren 1911/12 auf elektrischen Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom von 25 Per/Sec und 6500 V Fahrdrahtspannung umgestellt. Nähere Angaben über die Kraftwerke, Stromzuführung und die Betriebsmittel finden sich in der Zeitschrift »Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen« 1910, Seite 294; 1912, Seite 291 und 1913, Seite 332.

Die ausgestellte Lokomotive, Bahn-Nr. 2, ist von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken und der Lokomotivfabrik Kraufs in Linz (Donau) im Jahr 1910 erbaut und auf Taf. 12, Abb. 5 und 6 dargestellt. Das geforderte Betriebsprogramm und der höchstzulässige Achsdruck von 8 t bedingen sechs Kuppelachsen. Die Lokomotive wurde somit als C + C mit zwei dreiachsigen Treibdrehgestellen und 47 t Reibungsgewicht ausgeführt. Die schmale Spur und die geringen Breiten- und Höhenabmessungen der Fahrzeugumgrenzungslinie erforderten besondere Mafsnahmen. Die beiden Treibdrehgestelle erhielten Aufsenrahmen, um den Motor unterbringen zu können und tragen an den Enden die Zug- und Stofsvorrichtung; der Zugkräfte übertragende Oberkasten erhielt die beiden Führerstände und einen Maschinenraum, dessen Höhe mit Rücksicht auf den Raumbedarf der Stromabnehmer erheblich niedriger ausgeführt werden mufste als die der Führerstände So entstand eine für die Zeit der Erbauung originelle Anordnung, welche auch heute noch — nach rund 15 Jahren — volle Beachtung verdient. Die elektrische Ausrüstung weist zwei getrennte Öltransformatoren von zusammen 490 KVA Dauerleistung und zwei Rahmenvorgelegemotoren von je 300 PS Regelleistung bei 35 km Std. auf. Ihre Bauart ist den Anschauungen der Bauzeit entsprechend halb offen ohne künstliche Kühlung. Die Spannungsregelung erfolgt durch eine elektromagnetische Schützen-Steuerung.

Besonderes Interesse verdient das Triebwerk, welches bei der ausgestellten Lokomotive die ursprünglich ausgeführte Bauform mit Brownscher Kuppelstange*) aufweist. Der Treibraddurchmesser von 800 mm und die erforderliche Zahnradübersetzung von etwa 1 : 3 bedingten eine »Überhöhung« der Vorgelegewelle über das Kuppelachsmittel um 180mm, welche durch die aus Abb. 17 ersichtliche Brownsche Kuppelstange mit Gleitstein überwunden wurde. Die kurze Länge dieser Stange von 1,2 m und die erforderliche beträchtliche Überhöhung von 180 mm führen bei Aufsenrahmen und Schmalspur bei arbeitender Lokomotive zu beträchtlichen statischen Raddruckschwankungen. Bei den später gebauten Lokomotiven wurden diese durch Anwendung der Hauff-Kuppelstange in sehr wirksamer Weise auf die Hälfte vermindert. Diese Antriebsart, dargestellt in Abb. 18, lagert die Kuppelstange auf den Endachsen der Treibdrehgestelle, gibt ihr also bei der nämlichen Überhöhung 2,4 m, also die doppelte Länge. Die mittlere Kuppelachse wird durch einen besonderen Gleitstein angetrieben. Diese Kuppelstangenbauart mit zwei Gleitsteinen ist eine beachtenswerte Erfindung des verstorbenen Oberingenieurs Hauff der Kraufsschen Lokomotivfabrik in Linz, welche bei Schmalspur, Aufsenrahmen und grofser Überhöhung der Vorgelegewelle ganz besonders am Platz ist. Bei regelspurigen Lokomotiven, welche ganz allgemein mit Innenrahmenausgeführt werden, sind die durch die Überhöhung herbeigeführten Raddruckschwankungen, welche die Brownsche

*) Derartige Schlitzkuppelstangen wurden erstmals 1883 von Brown an einer Zahnradlokomotive angewendet. Die Schriftl.

Digitized by Google

Kuppelstange mit sich bringt, meist unbedenklich, so dafs diese von der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur im Jahr 1883 geschaffene Kuppelstangenbauart hier mit Recht Anwendung findet. Auf der Deutschen Reichsbahn ist sie bei zwei Lokomotivgattungen vertreten.

Der Typ der ausgestellten Lokomotive, welche 7,9 m Gesamtradstand aufweist, zählt zu den schwersten und leistungsfähigsten elektrischen Schmalspurlokomotiven und ist ein interessantes Schaustück der Ausstellung.

Überblickt man die auf der Verkehrs-Ausstellung München 1925 gezeigten elektrischen Lokomotiven hinsichtlich ihrer Gesamtanordnung und der Durchbildung ihrer Einzelteile, so gewinnt man den festen Eindruck, dafs die durch den Krieg jäh unterbrochene Entwicklung mit Energie wieder zu fördern versucht wird und dafs vielfach neue Wege beschritten werden. Welcher Lokomotivbauform freilich die Zukunft gehört, ist eine immer noch umstrittene, so rasch auch kaum zur Entscheidung kommende Frage.

Elektrische Lokomotive der Detroit, Toledo und Ironton Eisenbahn.

Von Reichsbahnrat **Taschinger**, Rosenheim.

Vor kurzem wurde in der Zeitschrift Railway Age (August 1925) eine der gröfsten elektrischen Lokomotiven der Welt beschrieben, welche für die Detroit und Ironton-Bahn hergestellt und auf einer vier Meilen langen Strecke erprobt wurde.

Der Lokomotive wird durch vier Stromabnehmer einphasiger Wechselstrom mit 25 Perioden und einer Spannung von 22000 oder 11000 Volt zugeführt, der durch einen im Innern der Lokomotive aufgestellten Transformator auf 1250 Volt umgespannt wird. Mittels eines Umformer-Maschinensatzes wird dieser Wechselstrom in Gleichstrom von verschiedener Spannung umgeformt, mit welchem acht Hauptstromtriebmotoren betrieben werden.

Die Lokomotive kann auch mit Wechselstrom anderer Spannung gespeist werden, sofern die Periodenzahl von 25 beibehalten wird. Die Lokomotive ist für eine Höchstleistung von 5000 PS und für eine höchste Anfahrzugkraft von ungefähr 123,6 t bemessen. Sie besitzt ein auf 16 Triebachsen verteiltes Gesamtgewicht von 372 t. Die Lokomotive leistet im Durchschnitt 4200 PS bei einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h und 3600 PS bei einer solchen von 40 km/h. Ihre Gesamtlänge beträgt 35,5 m, der gröfste feste Achsstand 3,355 m.

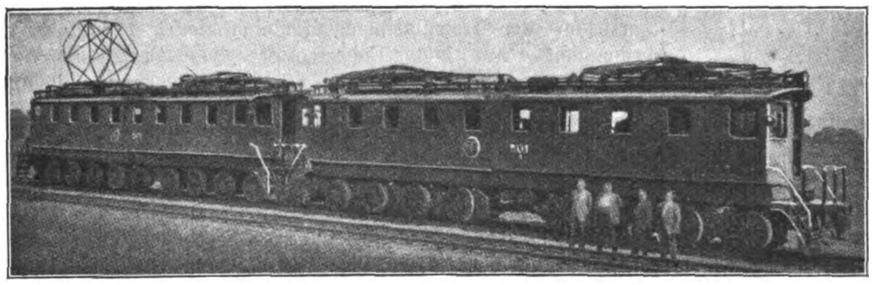


Abb. 1. Elektrische 4 A-4 A + 4 A-4 A Lok. der Detroit und Ironton-Bahn.

Die Drehzahl der Triebmotoren kann in 45 Stufen sehr weitgehend geregelt werden. Vom Stillstand der Lokomotive bis zu einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h erfolgt die Drehzahlregelung durch Veränderung der Hauptgeneratorspannung und bei einer Geschwindigkeit von 27,5 bis 42 km/h durch veränderliche Erregung der Motoren. Die Erregung der Triebmotoren wird vom Beginn der Anfahrt bis zu einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h in Reihe geschaltet, von 27,5 km/h ab bis zur Höchstgeschwindigkeit werden die Motoren parallel erregt. Der Übergang von Reihenerregung zur Parallelerregung und umgekehrt geschieht ohne Stromunterbrechung. Somit kann die Umschaltung der Erregung bei Vollast durchgeführt werden ohne die Zugkraft der Motoren während des Schaltvorganges zu unterbrechen oder sonst ungünstig zu beeinflussen. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mit der Umschaltung die Feldschwächung der Triebmotoren erreicht werden soll. Durch Feldschwächung der Triebmotoren kann die Geschwindigkeit der Lokomotive erhöht werden. Der Umformersatz wird durch eine Hilfsbatterie mit 60 Zellen von der Stromerzeugerseite aus angelassen und auf halbe Drehzahl gebracht. Der Synchronmotor wird bis zur vollen Geschwindigkeit vollkommen selbsttätig in Gleichtritt gebracht.

Mechanische Ausführung. Die hauptsächlich für Güterzüge verwendete Lokomotive besitzt folgende Achsanordnung: 4 A-4 A + 4 A-4 A. Sie besteht also aus zwei dauernd durch ein Kugelgelenk gekuppelten halben Triebeinheiten, von denen jede eine vollständige Ausrüstung besitzt. Jedes Wagenkastenvorderteil einer halben Triebeinheit enthält einen Ölschalter, einen 2000 KVA-Transformator, eine Luftpumpe für die Zugbremsen, einen Lüfter für die Triebmotoren und für den Ölkühler des Transformators. Die Kreiselpumpe für den Umlauf des Transformatoröls wird von der Lüfterwelle aus angetrieben. — In der zweiten Wagenkastenhälfte befindet sich der Umformersatz, der aus einem Synchronmotor für 1240 Volt Spannung und 60 Perioden, einer Gleichstrommaschine von 600 Volt, einer Erregermaschine mit 75 kW und 125 Volt und einer Lademaschine mit 25 kW und 10 Volt Spannung besteht. Die Umlaufzahl ist 750 min. Der fremderregte Stromerzeuger des Umformersatzes ist mit Wendepolen und Kompensationswicklungen versehen. Die 75 kW Erregermaschine dient zur Erregung des Motor- und Generatorfeldes des Umformers, ferner der Lademaschine, sowie zur Speisung sämtlicher Hilfsmotoren und Hilfsstromkreise. Die 25 kW-Lademaschine dient auch zur Erregung der Felder der während der Zeit der Stromrückgewinnung als Stromerzeuger laufenden Triebmotoren. Bei der Stromrückgewinnung laufen die fremderregten Triebmotoren als Stromerzeuger und treiben unter der Wirkung der aufgedrückten Spannung den Stromerzeuger des Umformersatzes als Motor an. In jede Triebeinheit sind acht Gleichstrom-Bahnmotoren von 600 Volt Spannung in hängender Ausführung von je 225 PS eingebaut. Die Gesamtleistung der Lokomotive beträgt also 3600 PS. Jeder Triebmotor bildet mit dem Vorgelege und den Triebachsen eine Einheit und ist als Ganzes und in Einzelteilen auswechselbar.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich, ist zu beiden Seiten eines jeden Triebmotors je ein Zahnradvorgelege vorgesehen. Der Zahnkranz des grofsen Zahnrades besitzt 98 Zähne und ist unmittelbar auf die entsprechend ausgebildete Nabe des Triebrades aufgesetzt. Die hohle Motorwelle trägt den Anker und ruht in zwei Bronzelagern gewöhnlicher Ausführung von 14" Länge. In die hohle Ankerwelle ist, in der Mitte verkeilt, die bewegliche Zahnradtriebwelle eingelassen. Auf der Zahnradtriebwelle sitzt die ebenfalls in die hohle Ankerwelle eingreifende Nabe des kleinen Zahnrades, das 22 Zähne hat. Diese Anordnung gestattet, dafs die Ritzel, sowohl der Ankerwelle gegenüber als auch gegeneinander, Relativbewegungen ausführen und während

Digitized by Google

der Fahrt auftretende Stöfse aufnehmen können, wodurch ein sicheres Eingreifen der Getriebe gewährleistet wird. Die Tatzenlager des Motorgehäuses sind als Halslager ausgebildet, um die Axialdrücke der Räder aufzunehmen. Die Lagerzapfen sind reichlich bemessen, um ruhigen Lauf der Getriebe zu sichern. Dieser Antrieb wurde auf dem Prüffeld einer angestrengten Prüfung, die einer ungefähr zweijährigen Dienstzeit entsprach, unterworfen und hat sich durchaus bewährt.

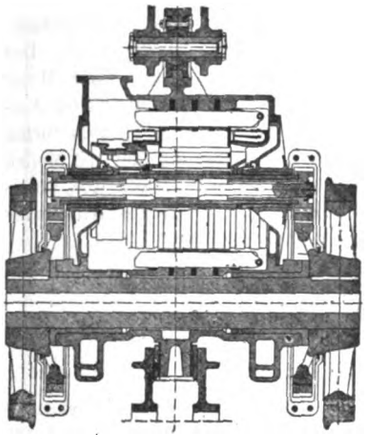


Abb. 2. Wagrechter Schnitt durch den Motor.

Jeder Motor ist in drei Punkten gelagert und in einem vierten Punkt geführt. Der Gegendruck des Triebwerks und Motors wird von einer am Lokomotivgestell befestigten Kugel und Muffenverbindung aufgenommen. Auf beiden Seiten der Motorgehäuse sind Seitenträger angeordnet, auf welchen über Tragfedern und Bolzen mit besonderen Längsträgern das Lokomotivgestell ruht.

Die seitliche Verschiebung der Motoren verhindert eine gegenüber der Aufhängung senkrecht zur Achse angeordnete Nase, die im Gestell geführt ist. Für jede Triebeinheit haben nur sechs Motoren diese Nase, während die Motoren der geführten und gezogenen Achse gefederte Führungen haben, um ein seitliches Spiel von 2″ nach jeder Richtung zu ermöglichen.

Gestell. Das Untergestell (Abb. 3) besteht aus einem Mittel- und zwei Seitengestellen. Das Mittelgestell ist ein schwerer schachtelförmiger Stahlgufshohlkörper, welcher als das Rückgrat der Lokomotive angesehen werden kann. Er ist mit passenden Verlängerungen versehen um die schweren Ausrüstungen, die unmittelbar aufgebaut sind, zu schützen, während das Innere des Gufskörpers derart abgeteilt ist, dafs ein Haupt-

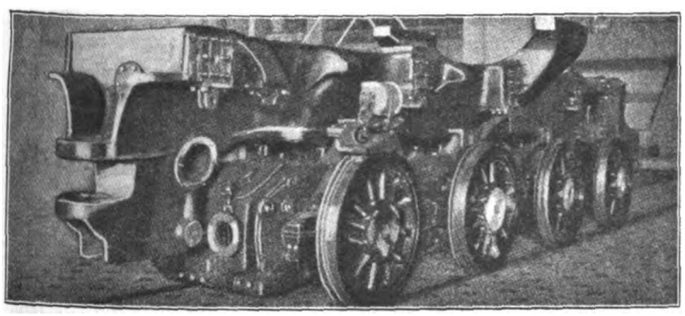


Abb. 3. Untergestell.

luftspeicher und ein Luftzuführungskanal für die Bahnmotorenlüftung entsteht. Vom Luftspeicher wird die Luft durch metallene bewegliche Bälge den einzelnen Motoren zugeführt. Ein grofser biegsamer Luftschlauch aus imprägnierter Leinwand verbindet die beiden anstofsenden Gestelle.

An dieses mittlere Gufsgestell sind beiderseits parallel zwei kanalförmige Gufsstücke mittels Bolzen angesetzt, welche das äufsere Seitengestell bilden und als Stützen der eisernen Bodenfläche dienen. In diesen Seitengestellen ist die Batterie untergebracht, ferner verschiedene kleine elektrische und mechanische Ausrüstungsteile. Die Aufsenseite dieser Teile ist durch eine gebogene abschliefsbare Blechhaube abgedeckt.

Transformator- und Umformeraufbau. Der schwerste Teil der Ausrüstung, der Umformersatz, ist in drei Punkten des Mittelgestells gelagert. Die beiden Erregermaschinen sitzen auf den Wellenverlängerungen. Die Kühlluft wird durch die Endschilde eingezogen und in einen Kanal, der um den Ventilator herumläuft, in der Mitte des Gestelles ausgeblasen. Die Zu- und Abluftklappen können von Hand oder selbsttätig bedient werden, um die heifse Luft bei kaltem Wetter in das Wageninnere oder ins Freie zu befördern.

Der Transformator, der zweitschwerste Teil der Ausrüstung, hat einen gewellten Ölbehälter aus $^3/_4$″ starkem Kesselblech. Er ist mit dem Ölschalter zusammengebaut in der Weise, dafs Transformatormantel und Ölschaltergehäuse ein Ganzes bilden. Im Innern des Kessels sind Reihen- und Parallelverbindungen angeordnet um die Primärspannung von 22 000 auf 11 000 Volt umklemmen zu können; sie sind durch das Mannloch in dem Gehäuse leicht zugänglich. Strom- und Spannungswandler für Mefs- und Auslösungseinrichtungen sind ebenfalls im Innern untergebracht. Die Kabelverbindung zwischen dem Ölschalter und der Transformatorhochspannungsseite ist verdeckt, während das Kabel, welches von dem Stromabnehmer zum Schalter führt, dem letzteren durch den Deckel zugeführt wird. Der Vorschaltwiderstand für den Schalter ist in den Ölbehälter eingebaut und kann zur Untersuchung mittels Schraubenkupplungen und Kurbel heruntergelassen werden. Die Absicht, diese Anordnung einheitlich zusammenzubauen, war dadurch begründet, alle blanken Metallteile, welche Primärspannung führen, unzugänglich zu machen. Transformator und Ölschalter sind für einen höchsten Grad von Sicherheit gegen vorkommende Ölexplosionen bemessen und beide mit Sicherheitsventil (durch das Wagendach) versehen. — Wie bereits bemerkt, wird das Transformatoröl durch eine kleine Kreiselpumpe ständig bewegt und abgekühlt. Der Lüfter für die Triebmotoren saugt die Kühlluft doppelseitig an und bläst sie durch das Wagendach aus. Sein Aluminiumflügelkörper wird durch einen Gleichstrommotor mit 1650 Umdr./min angetrieben. Eine Umschaltevorrichtung gestattet, den Motor mit halber Geschwindigkeit laufen zu lassen.

Schalt- und Signaleinrichtungen. In jedem der beiden Führerstände befindet sich eine Steuerwalze von gedrungener Ausführung. Die vielen Schaltmöglichkeiten gestatten, sämtliche Triebkrafteinheiten von irgend einem Stande aus zu bedienen. Die Steuerwalze enthält die Kontakte, drei auf horizontalen ineinander geschobenen Wellen angeordnete Bedienungshebel, die Luftbremsventile in wagrechter Lage und eine Sandstreuvorrichtung, die durch einen Fufstritt betätigt wird. Eine Anzahl kleinere Signalausrüstungsteile (Pfeife, Glocke, Signallichtschalter usw.) sind ebenfalls vorgesehen. Die Steuerung ist durch ein Aluminiumgehäuse abgeschlossen.

Der Lokomotivwagenkasten. Der Wagenkasten ist in der gewöhnlichen Weise, jedoch aus stärkerem Material als sonst üblich gebaut. Die Aufsenwände bestehen aus $^1/_4$″ starkem Blech. Die Abteil- und Innenwände für den doppelwandigen Führerstand sind $^3/_{16}$″ stark. Die beiden Wagenhälften sind durch eine bewegliche Zwischenwand aus imprägniertem Zeltstoff verbunden und mit sechs durch je zwei Kugelgelenke vom Wagendach getragene Falzrahmen versteift. Das Mittelteil einer jeden Wagenkastenhälfte kann abgehoben werden, während der Führerstand und das Abteil nächst der Gelenkführung stehen bleiben. Diese Anordnung erleichtert die Arbeit bei einer späteren durchgreifenden Ausbesserung. Die Doppelwände der Wagenkästen jeder Triebkrafteinheit enthalten je acht Sandbehälter, die vom Dach aus gefüllt werden. Die Fenster aus geschliffenem Glas sind in Messingrahmen geführt.

Sämtliche Schalter und Relais wurden so angeordnet, dafs keiner die Höhe von 1,25 m über Boden überschreitet und genügend Platz für den Gang auf den Seiten bleibt. Diese Verteilung gestattet einen freien Überblick über die meisten Apparate.

Digitized by Google

Alle unter Spannung stehenden Teile sind durch gelochte Bleche abgedeckt, so dafs das Innere des Wagens für die Bedienung als vollkommen sicher angesehen werden kann. Sämtliche Kabel und die meisten Rohrführungen sind im Zwischenboden des Wagenkastens verlegt. Alle über die Gelenkführung gehenden Kabel sind leicht biegsam mit reichlichen Ausmafsen für die äufsersten Bewegungen.

Bremsen. Von der bisher gebräuchlichen Luftbremsanordnung, nach welcher ein Bremszylinder mittels eines gemeinsamen Gestänges den Bremsdruck auf die einzelnen Räder überträgt, mufste hier abgewichen werden. Die neue Ausführung sieht je einen kleinen Bremszylinder über jedem Rade vor, welcher auf einer Verlängerung des Motorgehäuses sitzt. Wird Prefsluft eingelassen, so bewegen sich Zylinder und Kolben in entgegengesetzten Richtungen und drücken dabei einen einzigen Bremsschuh durch Scherenhebel auf den Radreifen. Eine flache Blattfeder gibt die Bremse wieder frei, sobald die Luft ausströmt. Die beim Bremsen entstehende Gegenwirkung beeinflufst nicht die Federung des Wagenkastens sondern entlastet die Achslager. Die genannte Anordnung ist aufserordentlich einfach und kann mit den üblichen Werkzeugen und mit wenigen Handgriffen auseinandergenommen werden.

Die gesamte mechanische und elektrische Lokomotivausrüstung ist in sämtlichen Einzelteilen aufs beste ausgeführt. Alle sichtbaren Bolzen, Geländer und kleinere Einzelteile sind vernickelt. Das Gestell, die Räder und Kupplungen sind bis zur Wagenkante rot gestrichen und schwarz eingefafst, während der Wagenkasten dunkelgrün lackiert ist. — Der mechanische Teil der Lokomotive wurde von der Ford Motor Company entworfen und gebaut, während die elektrische Ausrüstung durch die Westinghouse Electric & Manufacturing Company hergestellt wurde. Die Elektrisierung der 16 Meilen langen Strecke der Detroit Toledo und Ironton Linie von Rouge Yards nach Elat Rock ist der erste Schritt zur Elektrifizierung der gesamten Linie von Detroit nach Ironton.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Elektrischer Eisenbahnbetrieb auf Neuseeland.

(Modern Transport, 1925, Vol. XII, Nr. 309 v. 14. II.)

Zwischen der Ostküste und der Westküste der Südinsel von Neuseeland bestand bisher nur eine Strafsenverbindung über den gegen 1000 m hohen Arthurs-Pafs. Die Fahrt war nicht ungefährlich und nahm auf der etwa 20 km langen Pafsstrecke allein etwa vier Stunden in Anspruch. Seit dem Jahre 1860, dem Zeitpunkt, wo in Neuseeland der Eisenbahnbau begann, ist daher der Plan erörtert worden, eine Eisenbahn über den Arthurs-Pafs zur Verbindung der beiden Bezirke, die ihre Güter sonst nur auf dem etwa 450 km langen Seeweg austauschen können, zu bauen. Mangel an Mitteln und technische Schwierigkeiten haben aber den Plan nicht zur Ausführung kommen lassen. Seit langem verfolgte Pläne führten endlich im Jahre 1900 zu dem Beschlufs, den Pafs zu untertunneln, es dauerte aber noch bis in das Jahr 1908, ehe der Bau in Angriff genommen wurde. Im August 1918 war der Tunnelbau beendet, nachdem er infolge des Krieges ins Stocken geraten war.

Der Tunnel ist 8,55 km lang und erhebt sich in einer Steigung 1 : 33 von 483,4 m auf 742,7 m Seehöhe. Wegen seiner Länge und der steilen Neigung entschlofs man sich zur Einführung elektrischen Betriebes, den man auch noch auf eine 5 km lange Strecke aufserhalb des Tunnels ausdehnte. Von elektrischer Zugförderung auf der ganzen Strecke mufste man wegen der hohen erforderlichen Mittel z. Zt. vorerst absehen. Aufser den Hauptgleisen waren noch 8 km Nebengleise elektrisch auszurüsten. Der Berechnung der elektrischen Anlagen wurde ein täglicher Verkehr von 1000 t in vier Güterzügen in der Richtung nach Westen und 700 t in der Gegenrichtung, sowie ein Personenzugpaar, bestehend aus sechs Wagen zugrunde gelegt.

Als Betriebstrom wurde Gleichstrom mit 1500 Volt Spannung gewählt. Man folgte damit dem englischen und französischen Beispiel, sowie demjenigen von Australien und Japan. Der Betriebstrom soll später aus dem staatlichen Wasserkraftwerk am Coleridge-See entnommen werden; da aber die Fernleitungen dieses Werkes noch nicht bis in die Nähe der Eisenbahn führen, hat man zunächst in Otiva, einem Endpunkt der Tunnelstrecke, ein Dampfkraftwerk angelegt. Die Leistung der Stromerzeuger, die eigene Erregermaschinen besitzen, beträgt 1200 Kilowatt bei 450 Umdrehungen in der Minute. Die Erzeugerspannung ist 1650 Volt. Für die Beleuchtung des Tunnels, der Bahnhöfe, des Kraftwerks selbst, sind besondere Maschinen vorgesehen. Zum Aufladen einer Lokomotive mit Speicherbetrieb und der Speicher der anderen Lokomotiven sind besondere Zusatzmotoren vorgesehen.

Der Fahrdraht hat im Freien Doppelkettenaufhängung. Er ist in je 4,5 m Abstand an das Tragseil angehängt. Im Tunnel ist einfache Kettenaufhängung vorgesehen; das Tragseil ist in 27,5 m Abstand an der Tunneldecke befestigt. Die hölzernen Maste im Freien, die in der Geraden in 15 m Abstand stehen, sind aus australischem Hartholz. Auf eingleisigen Strecken wird die Fahrleitung von einfachen eisernen Auslegerarmen getragen. In den Bahnhöfen bestehen die Ausleger zum Teil aus Fachwerk, zum Teil sind die Gleise von beiderseits gestützten Fachwerkträgern überspannt, die ihrerseits auf Holzmasten gelagert sind.

Für die neue Strecke, die in 1,067 m Spur, der Regelspur für Neuseeland, angelegt ist, sind fünf Lokomotiven beschafft worden, die sowohl den Personen- wie den Güterzugdienst versehen sollen. Hierdurch soll der Lokomotivbestand niedrig gehalten und Betrieb und Unterhaltung erleichtert werden. Im Güterzugverkehr wird von den Lokomotiven die Beförderung einer Zuglast von 280 t, im Personenzugverkehr von 138 t verlangt. Die Personenzüge werden von einer, die Güterzüge von zwei Lokomotiven gezogen, die so geschaltet sind, dafs nur die eine eines Führers bedarf. Die Lokomotiven bestehen aus zwei gelenkig verbundenen, zweiachsigen Triebgestellen Sie wiegen 50 t. Auf jeder Achse sitzt ein Motor von 170 PS Stundenleistung; je zwei Motore sind in Reihe geschaltet. Die Lokomotiven sind mit vier Bremsen ausgestattet: einer selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die auf die Lokomotive und die Wagen wirkt, einer nicht selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die nur die Lokomotivräder abbremst, einer von diesen beiden Bremsen unabhängigen Handbremse und einer elektrischen Bremse, die unabhängig vom Fahrstrom in Tätigkeit gesetzt wird.

Um die Strecke zu Unterhaltungsarbeiten oder zur Untersuchung befahren zu können, wenn die Fahrleitung stromlos ist, ist aufser den eben beschriebenen Lokomotiven noch eine Lokomotive für Speicherbetrieb beschafft worden.

Alle Maschinen, Lokomotiven, die Teile für die elektrische Streckenausrüstung sind aus England bezogen worden.

Wernekke.

Über neuere elektrische Grofslokomotiven.

Herr Ingenieur Lateruser-Zürich gibt in der Schweizerischen Bauzeitung*) 1925, 2. H., Nr. 21 eine Übersicht über die seit 1920 gebauten elektrischen Lokomotiven in verschiedenen Ländern. Von Gleichstromlokomotiven sind leider nur amerikanische Bauformen angeführt, die wie bekannt meist recht schwer ausfallen. Leider fehlen die französischen Ausführungen der letzten drei Jahre, die das Material recht gut auszunutzen scheinen. Bei den folgenden Angaben über die spezifische Leistung (PS/t) und dem umgekehrten Werte kg/PS (Stundenleistung) ist zu beachten, dafs manche Lokomotiven Einrichtungen für elektrische oder Dampfzugheizung und öfter auch für Energierückgewinnung haben, wodurch natürlich das Gewicht erhöht wird. Ungewohnt hohen Treibachsdruck (35 t) weist die Lokomotive der Pennsylvania-Eisenbahn auf. Die Angaben der Schweizerischen Bauzeitung wurden insofern erweitert als die spezifische Lokomotivlänge (mm/PSh) und die Reibungsziffer bei der gröfsten Zugkraft zugefügt wurden. Dipl.-Ing. Homolatsch.

*) Schweizerische Bauzeitung vom 21. 11. 25, Seite 253.

Digitized by Google

Neuere elektrische Grofslokomotiven.

Hersteller des elektrischen Teiles	BBC	BBC	BBC	BBC	Berg-mann	SSW AEG	BBC	MFO	BBC	Sécheron	Westing-house	Metro-politain Vickers	Westing-house	Westing-house	General Electric Cy			Westing-house
Länge . . . . . m	11,5	14,51	14.52	19,27	14,4	20,89	20,3	14,09	14,7	16,24	20,789	3 × 13,3	15,189	17,476	15,799	16,76	11,937	16,154
Gewicht . . . . . t	76	91	91	135	114	127	113,5	98,5	92,3	110,5	184	3 × 67	100	113	137	107	89	125
Reibungsgewicht . . t	76	64	65	103,2	73	100	87	55,3	55,3	74	139	3 × 67	100	93,6	137	71	89	90
Treibachsdruck . . . t	15,5	16	16	18	18,4	16,8	14,5	18,5	18,4	18,6	35	17	16,8	15,6	22,8	17,8	22,5	22,5
Stundenleistung . . PS	2200	2360	2560	2660	2900	2750	2500	2000	1890	2400	3300	3 × 1200	1680	2250	2700	1680	1680	2280
Stundenzugkraft . . t	12	8,5	9,25	18,6	13	19,2	12,5	8,3	8,35	11,5	26,5/13,25	3 × 9,3	12,5	10	23	6,5	13	8,6
Stundengeschwindigkeit km/h	50	75	75	39	60	39	54	65	61	56	34/68	35	36	60	32	69,8	35,6	70
Höchstgeschwindigkeit km h	50	100	100	60	90	60	65	90	90	75	56/112	72	65	100	53	90	50	105
Gröfste Zugkraft . . t	—	—	—	28	20	28	16,5	15	14	20	45/22,5	3 × 20	25	23,4	41	21,3	26,7	23
Treibraddurchmesser mm	1070	1630	1630	1530	1250	1530	1350	1610	1610	1610	2020	1220	1070	1680	1070	1070	1070	1600
Zugheizung	—	—	elektr. Dampf-kessel	elektr.	Dampf	elektr.	elektr.	elektr.	elektr.	elektr.	—	—	—	—	—	—	—	—
Energierückgewinnung(R)	R	R	R	R	—	—	—	—	—	Widerst.-Brems.	—	R	R	R	R	R	R	R
Stromart	Drehstr. 45 ~	Drehstr. 45 ~	Drehstr. 16²/₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 16² ₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 16²/₃ ~	Einph. 25 ~ 22000 V	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.
	10000 V	10000 V	3600 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	Gleichstr. 600 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V
Achsfolge	D	1-D-1	1-D-1	1-C + C-1	2-D-1	1-C + C-1	1-C + C-1	2-C-1	2-3 A-1	1-2 A + 1-2 A-1	1-BB-1	3 mal 2A + 2A	3A + 3A	1-3 A + 3 A-1	2 A + 2A + 2 A	2-2 A + 2 A-2	2A + 2A	1-2 A + 2 A-1
Achsantrieb	Zahnrad-stangen	Zahnrad-stangen	Stangen	Zahnrad-stangen	Stangen	Zahnrad-stangen	Zahnrad-stangen	Zahnrad-stangen	BBC Einzel-achse	Hohlwelle	Zahnrad-stangen	Einzelachsantrieb mit Vorgelege						Hohlwelle
Reibungsziffer bei Stundenzugkraft . . .	6,3	7,5	7	5,5	5,65	5,2	7	6,7	6,6	6,5	5,25	7,2	8	9,4	5,9	11	6,9	10,5
bei gröfster Zugkraft .	—	—	—	3,67	3,65	3,57	5,28	3,7	3,95	3,7	4,1/2.05	3,35	4	4,85	3,34	5	3,3	5,42
Leistung f. d. Gewichts-einheiten . . . PS/t	2,9	2,6	2,8	1,98	2,54	2,16	2,2	2,03	2,05	2,17	1,8	1,8	1,68	1,99	1,97	1,57	1,89	1,79
Gewicht f. d. Leistungs-einheiten . . kg/PS	34,5	38,5	35,4	50,5	39,3	46,2	45,5	49,3	48,7	46,0	54,5	55,8	59,6	50,2	50,8	63,5	53,0	55,8
Länge für die Leistungs-einheiten . . mm/PS	5,2	6,15	5,65	7,25	4,95	7,6	8,1	7,05	7,8	6,8	6,3	11,1	9,05	7,8	5,85	10	7,1	7,25

Digitized by Google

Normalisierung des Antriebsmechanismus elektrischer Schnellzuglokomotiven der S. B. B.

Die S. B. B. haben im Januar d. Js. einen Auftrag auf 54 elektrische Lokomotiven, 16 elektrische Triebwagen und eine Anzahl von Personen- und Güterwagen vergeben. Der Auftrag ist dadurch bemerkenswert, dafs sich unter den Lokomotiven aufser sechs Verschiebelokomotiven 38 Schnellzuglokomotiven Serie Ae 3/6 (Achsanordnung 2 A A A 1) und zehn Schnellzuglokomotiven Serie Ae 4/7 (Achsanordnung 2 A A A A 1) befinden, die mit Einzelachsantrieb der Bauart Buchli ausgerüstet werden, so dafs nunmehr zwei Normaltypen von Schnellzuglokomotiven festgelegt sind. Lokomotiven der ersteren Gattung sind bereits 76 Stück in Bau oder Betrieb, Lokomotiven der zweiten Gattung zwei. — Die S. B. B. haben sich damit in entschiedener Weise zum Einzelachsantrieb bei Schnellzuglokomotiven bekannt, der ja wegen der Vermeidung der Stangenübertragung vom Motor zur Treibachse oder Blindwelle und des Fortfalls der Kupplung der Achsen Vorteile bietet.

Schweizerische Bauzeitung 1926, Nr. 6. Ue.

Die Unterhaltung der elektrischen Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Über diesen, für die Abwicklung des elektrischen Zugbetriebes sehr wichtigen Zweig des Unterhaltungsdienstes berichtet in Nr. 17, Band 86, Seite 203 bis 206 der „Schweizerischen Bauzeitung" Ing. H. W. Schuler.

Zunächst wird der Aufbau, dann die Ausgestaltung des Unterhaltungsdienstes beschrieben. Die Gliederung und Verteilung der erforderlichen Mannschaften wird an einer Übersichtskarte der elektrisch betriebenen Eisenbahnlinien der Schweiz sowie schematisch dargestellt. Die aus je vier bis acht Leitungsmonteuren und Leitungsarbeitern bestehende Mannschaft eines Aufseherbezirkes untersteht einem Leitungsaufseher; im ganzen sind 18 solcher Leitungsaufseher vorhanden, denen im Durchschnitt 123 km mit Fahrleitung bespannte Gleise (entsprechend 50 km Streckenlänge) zugeteilt sind. Daneben obliegt den Leitungsaufsehern auch die Prüfung und Unterhaltung der Überkreuzungsleitungen, soweit diese im Aufseherbezirk verlaufen. In der Regel sind die Eisenbahnknotenpunkte Sitze der Leitungsaufseher und einer Mannschaft; von letzterer sind in besonderen Fällen — langgestrecktes Gebiet, gröfsere Bahnhöfe oder schwierige Streckenverhältnisse — ein bis zwei Mann nach diesen Punkten ständig abgestellt („Detachierter Monteurposten").

Die Leitungsaufseher unterstehen sechs Leitungstechnikern, (in Lausanne, Brig, Bellinzona, Goldau, Olten, Zürich). Diese überwachen die Tätigkeit der Aufseher, sowie ihre Zusammenarbeit, leiten bei gröfseren Störungen die Instandsetzung und besorgen die Verwaltungsarbeiten. Die Leitungstechniker unterstehen der Kreisdirektion (Lausanne, Luzern, Zürich), deren Bauabteilung eine Sektion für elektrische Anlagen mit einem Elektroingenieur für die Unterhaltung der Fahrleitungen umfafst. Diesem obliegt neben der Aufsicht über den Leitungsunterhaltungsdienst auch die Überwachung der Unterwerke, Erstellung von Voranschlägen für Erweiterungen, Begutachtung der Entwürfe von Leitungsanlagen, Baustoffbeschaffung usw. Der Elektroingenieur der Kreisdirektion ist fachdienstlich der Sektion für Fahrleitungen bei der Abteilung für Elektrifikation bei der Generaldirektion (Bern) unterstellt, deren Aufgabe es ist, die Einheitlichkeit in der Ausführung der Leitungen sowie die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zu überwachen und den Austausch der Erfahrungen durchzuführen.

An Hilfsmitteln zur Behebung von Störungen sind jedem Leitungsaufseher und abgestellten Posten zugeteilt:

Eine Motordraisine von 350 kg Gewicht mit 6 bis 8 pferdigem Antrieb zur Aufnahme von vier Personen, Werkzeugen, Kleinbauteilen wie Isolatoren, Klemmen usw. sowie zum Mitschleppen einer angehängten Rolleiter auf 10 ‰ Steigung mit 40 km/Std.;

vier bis sechs Rolleitern, welche wie die Schranken rot-weifs gestrichen sind, um sie recht auffällig zu machen;

ein Plattformwagen (in der Regel ausgemusterter Fahrgastwagen) zur Ausführung gröfserer Instandsetzungen, der ein heizbares Werkstätteabteil und einen Lagerraum für Ersatzteile enthält;

ein Kleinkraftwagen oder Motorrad mit Seitenwagen, wenn dem Leitungsaufseher auch die Unterhaltung von Übertragungsleitungen zugewiesen ist.

An wichtigen Knotenpunkten, an denen auch Dampflokomotiven betriebsbereit stehen, sind Hilfswagen für schwere Störungen bereitgestellt, auf welchen Drahtbaustoffe, Rüstungen usw. verladen sind. Jeder Kreis hat aufserdem einen mit Geschwindigkeitsmesser, Scheinwerfer für die Tunnels ausgerüsteten Beobachtungswagen zur Prüfung der Fahrdrahtlage.

Die Kosten für die Unterhaltung der Fahrleitungen werden zu 1428 fr. je km Strecke oder 589 fr. für jeden km bespannten Gleises oder zu 1,28 v. H. der Baukosten der Fahrleitung angegeben. Hiervon sind 75 v. H. Löhne, Zulagen usw. Nad.

1-D-1 Elektrische Drehstrom-Lokomotive der Italienischen Staatsbahnen.

(Engineering Nr. 3113 vom 28. 8. 25.)

Ein beträchtlicher Teil der italienischen Staatseisenbahnen wurde mit Drehstrom von 16⅔ Perioden und einer Fahrleitungsspannung von 3600 Volt elektrifiziert.

Um für die Staatsbahn nicht überall eigene Bahnstromwerke errichten zu müssen, wie es eine Frequenz von 16⅔ Perioden erfordert, und um die Möglichkeit untersuchen zu können, ob die in den Netzen der Überlandwerke verfügbare elektrische Arbeit für Bahnzwecke verwendet werden kann, beschlofs die italienische Staatsbahn auf der Strecke Rom—Tivoli—Avezzano Drehstrom von 45 Perioden und 10000 Volt Spannung für Bahnzwecke versuchsweise einzuführen. Die „Societa Italiana Ernesto Breda", Mailand lieferte für diesen Zweck zehn Lokomotiven gleicher Bauart, die von ihr entworfen und in ihren eigenen Werkstätten hergestellt wurden.

Die Lokomotiven nehmen den Strom von der Fahrleitung mit einer Spannung von 10000 Volt ab und formen ihn auf etwa 1600 Volt um, mit welch letzterer Spannung er zwei Drehstrom-Kommutatormotoren zugeführt wird.

Um drei Geschwindigkeitsstufen zu erzielen, kann die Polzahl zwölf der Kommutatormotoren auf acht abgeändert werden und zwar erreicht die Lokomotive bei einer ständigen Leistung von 1800 PS eine Geschwindigkeit von 37,5 km/Std., wenn die Acht-Polschaltung betätigt und die Motoren in Reihe geschaltet sind, 50 km/Std. bei einer Stundenleistung von 2500 PS, wenn die Motoren für eine Polzahl zwölf eingeschaltet sind und parallel arbeiten und 75 km/Std. bei einer Stundenleistung von 2630 PS, wenn die Polzahl acht ist und die Motoren parallel geschaltet sind.

Die Hauptkennzeichen sind im folgenden zusammengestellt:

Achsfolge: 1 D 1

Gröfste Länge zwischen den Puffern	14,800 m
Gesamt-Achsstand	11,600 „
Treibraddurchmesser	1,360 „
Laufraddurchmesser	0,960 „
Gesamtgewicht	92 t
Reibungs-Gewicht	64 „
Zugkraft am Radumfang bei 37,5 km/Std.	12 „
bei 50 km/Std.	12 „
bei 75 „	8,5 „

Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive ist in einem mittleren Wagenkasten und in je einem an die beiden Stirnseiten anschliefsenden Vorbau untergebracht. Sie besteht aus einem Haupttransformator, zwei dreiphasigen Fahrzeug-Antriebsmotoren, zwei Transformatoren für Nebenzwecke (Heizung, Beleuchtung usw.), zwei Motorkompressoren, einem Ventilatormotor, einem selbsttätigen Schalter für 10000 Volt, Schalter für die Hilfsapparate; einem 1600 Volt-Schütz für die Motore, dem Fahrtwende-Schütz, einer Steuerwalze auf der Niederspannungsseite des Haupttransformators, einer Reihe von Mefswandlern, der Schalttafel und einem Flüssigkeits-Anfahrwiderstand. Die Lokomotive ist in der Lage auch mit 6000 Volt Spannung und einer Frequenz von 16,7 Perioden zu arbeiten, wenn die Geschwindigkeit entsprechend vermindert ist. Ta.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

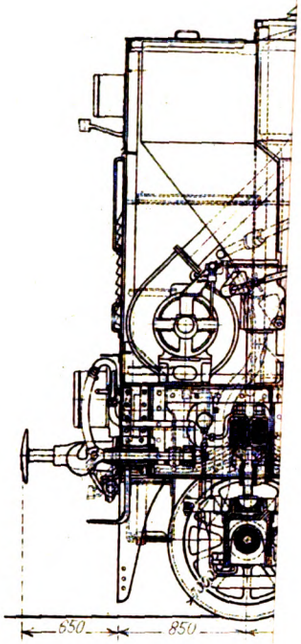
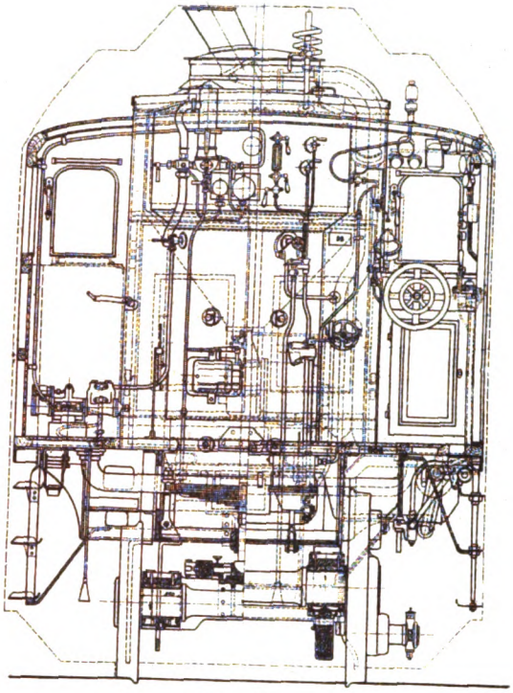
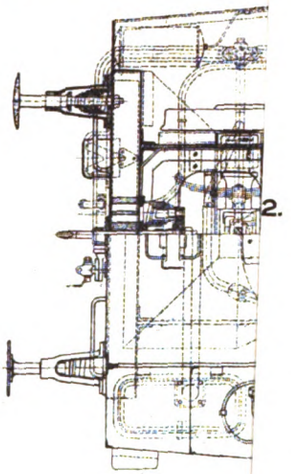
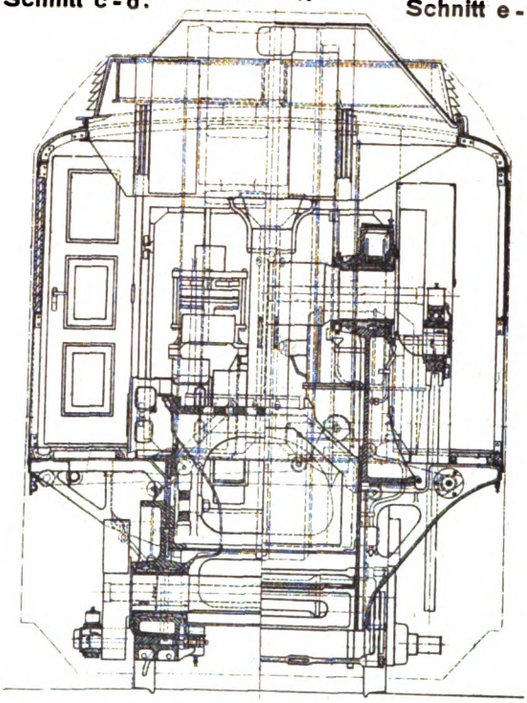


Abb. 3. Schnitt a-b.



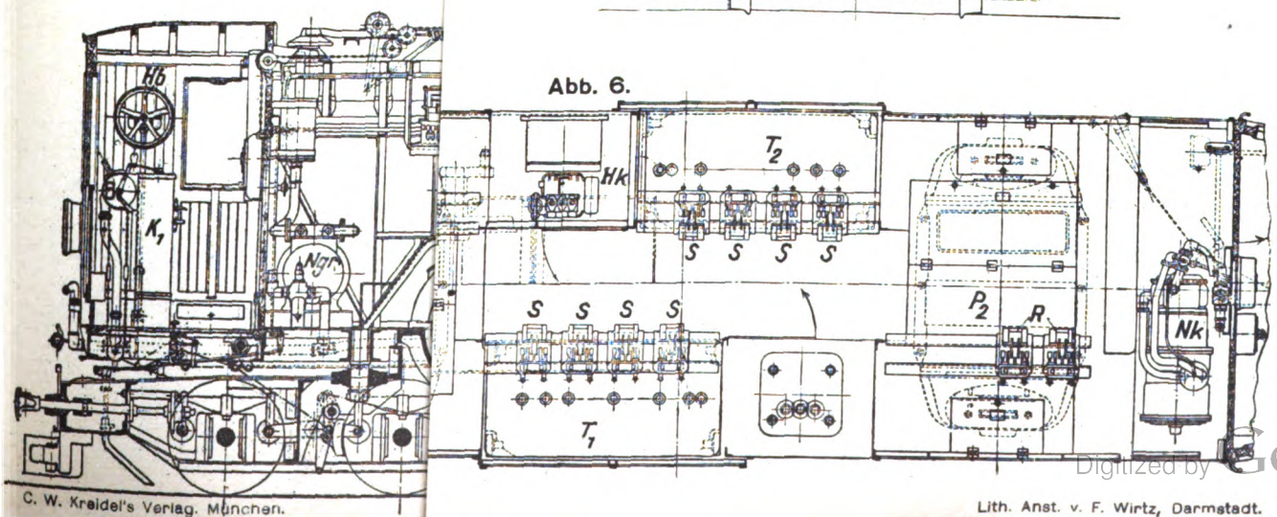
Schnitt c-d. Abb. 4. Schnitt e-f.





B Bremsschiebeschal
F Hochspannungssch
Hb Handbremse
Hk Hochspannungskam

Abb. 6.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

81. Jahrgang **15. April 1926** **Heft 7**

Der Reichsoberbau auf Holzschwellen.

Von Reichsbahnoberrat **Schlodtmann**, Oldenburg.

Nach dem Vorschlage des Herrn Dr. Ing. Bloss, Dresden, im »Organ« 1925, Heft 23, Seite 507, kann der von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft herausgebrachte neue Reichsoberbau K auf Holzschwellen ganz wesentlich dadurch verbessert werden, dafs an Stelle der Durchbildung der Schienenbefestigung auf der Unterlagsplatte in Anlehnung an den badischen Eisenschwellenoberbau eine Durchbildung nach den Grundsätzen des oldenburgischen Eisenschwellenoberbaues angewendet wird. Die hierdurch erzielten, im vorgenannten Aufsatze erwähnten Vorteile sind so schwerwiegend und für die Wirtschaftlichkeit so wichtig, dafs der Gedanke des Herrn Dr. Ing. Bloss weiter durchgearbeitet und dafs ferner auch mit seinem Vorschlage Versuchsstrecken in gröfserem Umfange verlegt werden sollten.

Eine weitere wesentliche Verbesserung kann der Vorschlag des Herrn Dr. Ing. Bloss dadurch erfahren, dafs das oldenburgische Prinzip restlos durchgeführt wird, nach dem die erforderliche feste Verspannung der Schiene zwischen den Klemmleisten K der Unterlagsplatten für alle vorkommenden Spurweiten mit nur zwei Sorten Klemmplatten (Klemmbügel) erreicht wird. Dies ist in einwandfreier und einfacher Weise durch die in den Abb. 1 und 2 dargestellte Ausbildung des Oberbaues möglich.

In Abb. 1 ist die Schienenbefestigung für das gerade Gleis — Spurerweiterung 0 —, in Abb. 2 für die gröfste vorkommende Spurerweiterung von 24 mm dargestellt. Durch Wenden und Vertauschen der beiden Sorten Klemmplatten können ebenso, wie beim oldenburgischen Oberbau auf Eisenschwellen, nach der nachstehenden Tabelle alle Spurweiten von 0 bis 24 mm Erweiterung hergestellt werden:

Spurweite mm	Linke Schiene Klemmplatte Nr.	Nr.	Rechte Schiene Klemmplatte Nr.	Nr.	Spurerweiterung mm
1435	4	0	0	4	0
1438	4	0	1	3	3
1441	3	1	1	3	6
1444	1	3	0	4	9
1447	0	4	0	4	12
1450	0	4	1	3	15
1453	1	3	3	1	18
1456	1	3	4	0	21
1459	0	4	4	0	24

Die Abstufungen betragen je 3 mm. Durch ein geringes Schrägstellen der Klemmplatten, das ganz unbedenklich ist, können auch geringere Abstufungen — bis zu 1 mm und weniger — erreicht werden, wenn dies in besonderen Fällen erforderlich sein sollte. Auf den Klemmplatten werden zur Kennzeichnung der beiden Sorten auf der oberen Seite die Nummern 0,1, 3 und 4 angebracht und zwar derart, dafs die eine Sorte die Nummern 0 und 1, die andere Sorte die Nummern 3 und 4 erhält. Da jede Sorte Klemmplatte an jeder Seite eine Klaue für den Schienenfufs und darüber die Schrägfläche für die Anlage an der Klemmleiste K enthält, entstehen für die beiden Sorten Klemmplatten also vier Schlufsweiten. Die für die betreffende Spurweite bestimmten Nummern müssen sich beim Verlegen über dem Schienenfufs befinden; die Nummern sind so angeordnet, dafs die Quersumme der über einem Schienenfufs befindlichen Nummern stets die Zahl 4 ergibt. Mit diesen beiden Sorten Klemmplatten lassen sich mithin stufenweise von 3 zu 3 mm alle Spurerweiterungen bis zu 24 mm herstellen. Es lassen sich daher auch einheitlich gebohrte Schwellen verwenden; die Schwellen können vor dem Tränken gebohrt werden.

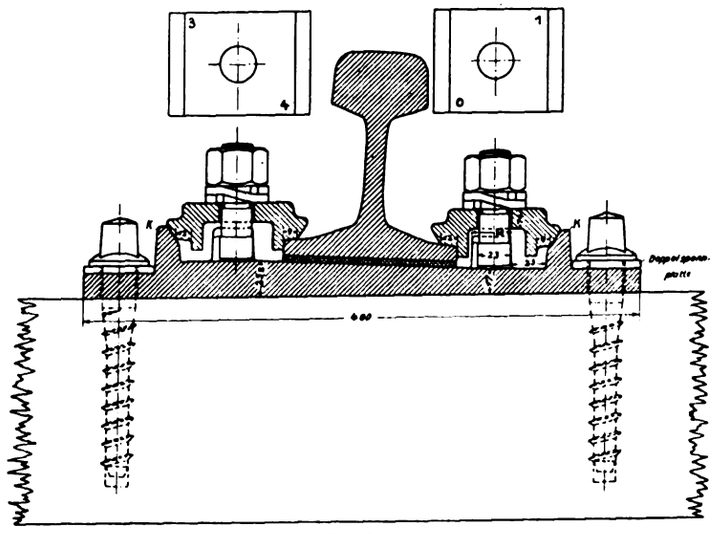


Abb. 1.

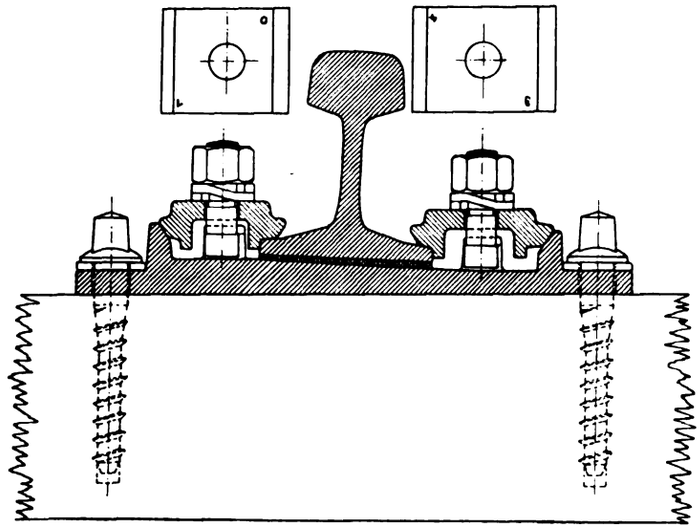


Abb. 2.

Die Unterlagsplatte wird bei dieser Oberbauanordnung für gerade Strecken und Gleiskrümmungen gleich; sie wird 400 mm lang, also nur 10 mm länger als die Unterlagsplatte nach der Anordnung der Hauptverwaltung mit Spurerweiterung. Hierdurch wird aber eine Verteuerung kaum eintreten, da die Herstellung der Unterlagsplatten nach dem neuen Vorschlage

Digitized by Google

dadurch bedeutend erleichtert wird, dafs die schwierig herzustellende Neigung der Schraubenleisten fortfällt. Die Vergröfserung der Unterlagsplatten hat jedoch den ganz bedeutenden Vorteil, dafs sie in erheblichem Mafse zur Erhaltung der Holzschwellen beiträgt. Es sei hier auf den interessanten Aufsatz des Herrn Abteilungsvorstandes Ingenieur Ch. Driessen in Utrecht im »Organ« 1925, Heft 22, Seite 493/95 verwiesen. Ähnliche Feststellungen sind auch bei der Reichsbahndirektion Oldenburg gemacht worden. Bei der Abnahme der 160 × 334 mm grofsen Unterlagsplatten des oldenburgischen Holzschwellenoberbaues, die 14 Jahre in der stark belasteten zweigleisigen Hauptbahnstrecke Oldenburg—Bremen gelegen haben, zeigte sich, dafs das Holz der Schwellen unter den Platten völlig unversehrt war, als ob es erst soeben bearbeitet worden wäre, während die Oberfläche der Schwelle im übrigen unter dem Einflufs der Witterung usw. bereits stark angegriffen war. Durch die Vergröfserung der Unterlagsplatten werden die Schwellen mithin erheblich geschont, Kosten für Verdübelungen und dergleichen werden erspart.

Durch das Umdrehen bzw. Vertauschen der Klemmplatten zur Herstellung der verschiedenen Spurweiten versetzen sich die Achsen der Hakenschrauben um 4,5 mm; bei einer Schraubenkopfstärke von 23 mm mufs demnach die obere Breite der Schraubenleiste 28 mm betragen. Die lichte Weite zwischen Klemmleiste und Schraubenleiste ist zu 25 mm gewählt worden, so dafs die Hakenschrauben seitlich eingebracht werden können.

Um das Gewicht der Unterlagsplatten zu verringern, ist die Neigung 1:20 zur Erzielung der Schienenneigung so kurz wie möglich gehalten. Seitlich der Neigung 1:20 liegt die Oberfläche der Unterlagsplatte beiderseits wagrecht. Dadurch erhalten auch die Klemmplatten eine wagrechte Lage und es müssen ihre Auflagerflächen auf dem 1:20 geneigten Schienenfufs so gestaltet werden, dafs sich auf dem Schienenfufs an der Innen- und Aufsenseite gleiche Auflagerflächen ergeben. Die hierdurch entstehende geringe Abweichung zwischen Klaue der Klemmplatte und Schienenfufs ist aber ganz ohne Bedeutung, weil die Klemmplatten durch die Hakenschrauben nebst federnder Zwischenlage — Federring oder besser Bochumer Spannplatte — stets fest auf den Schienenfufs niedergedrückt werden. Die Anschlagseite der Klemmplatte gegen die Klemmleiste erhält eine Wölbung mit 60 mm Halbmesser; hierdurch wird ein Ecken vermieden, das sonst bei verschieden starken elastischen Zwischenlagen zwischen Schienenfufs und Unterlagsplatte und bei den in Stufen von 3 zu 3 mm absetzenden Spurweiten vielleicht vorkommen könnte. Da die Auflageflächen bei den Klemmplatten hiernach die Klemmleisten nur tangential berühren, hat es auch keine Bedenken, wenn die Auflagerflächen der Klemmplatten den Schienenfufs nicht voll umfassen.

Ein weiterer Vorzug des neuen Vorschlags besteht darin, dafs, wie beim oldenburgischen Oberbau auf Eisenschwellen zwischen Schienenfufs und Unterlagsplatte eine elastische Zwischenlage aus Pappelholz, Gewebebauplatte oder dergleichen eingelegt werden kann. Hierdurch wird der Verschleifs vermindert und infolge des Klebens der Zwischenlage an Schiene und Schwelle die Schienenwanderung wirksam verhindert. Während die Schienen nach der Anordnung der Hauptverwaltung nur in senkrechter Richtung in recht hochstelziger Weise festgespannt werden, geschieht die Einspannung nach dem neuen Vorschlage durch die erheblich verbreiterten Klemmplatten in wirksamster Weise in senkrechter und wagrechter Richtung. Ebenso wie beim oldenburgischen Eisenschwellen-Oberbau werden auch hier alle beweglichen Teile, die Verschleifs verursachen würden, völlig vermieden. Seine klare, eindeutige und dabei kräftige Bauart unter Verwendung tunlichst weniger Einzelteile, die rahmenartige Verspannung aller Gefache und die zweckmäfsige Ausbildung aller Teile werden dieselbe gute Bewährung gewährleisten, die sich beim ganz ähnlich konstruierten oldenburgischen Oberbau auf eisernen Schwellen in nunmehr zwölfjähriger Liegezeit erwiesen hat.

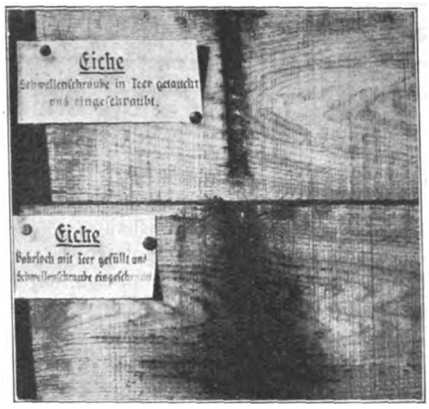


Abb. 3.

Für die Schwellenschrauben sind als Spannmittel Bochumer Doppelspannplatten von 50 × 5 mm Stärke mit einer Spannkraft von etwa 1100 kg vorgesehen. Sie halten die Unterlagsplatte dauernd auf die Schwelle nieder und verhüten dadurch, dafs Auf- und Niederbewegungen der Unterlagsplatte auf der Schwelle unter den Betriebslasten durch die Federkraft der Spannplatten verhindert werden, jedes Eindringen von Feuchtigkeit zwischen Platte und Schwelle. Diese Befestigungsart hat sich bei dem oldenburgischen Oberbau auf Holzschwellen mit getrennter Schienen- und Schwellenbefestigung in 16jähriger Liegedauer ganz vorzüglich bewährt. Hierbei ist zu beachten, dafs

1. die Auflagerflächen der Unterlagsplatten vor dem Verlegen gut mit Kohlenteer verstrichen worden sind und
2. die Bohrlöcher für die Schwellenschrauben nicht durchgebohrt werden. Die Bohrlöcher werden vor dem Einschrauben der Schwellenschrauben ganz mit Teer gefüllt; der Teer dringt beim Eindrehen der Schrauben in die Holzfasern der Schwelle ein und trägt dadurch wesentlich zur Erhaltung der Schwellen und der Schwellenschrauben bei*).

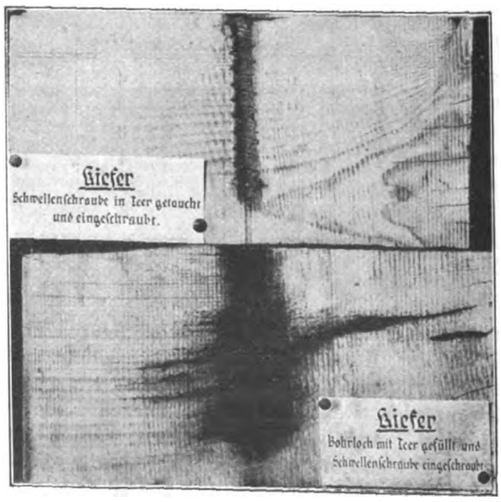


Abb. 4.

Dies Verfahren hat sich bei der Reichsbahndirektion Oldenburg ebenfalls sehr gut bewährt. Aus einem Gleise mit 14jähriger

*) Helmke, „Bahnbau", Heft 38, 1925: Ist das Durchbohren der Holzschwellen zweckmäfsig?

Digitized by Google

Liegedauer abgenommene Unterlagsplatten zeigten eine völlig blanke Lagerfläche, die Schwellenschrauben enthielten nicht den geringsten Rost. Wie das Ausfüllen der Bohrlöcher mit Teer sich nach dem Eindrehen der Schwellenschrauben auf die Umgebung der Bohrlöcher in den Holzschwellen auswirkt und wie zwecklos das immer noch vielfach ausgeübte sinnlose Eintauchen der Schwellenschrauben vor dem Eindrehen in Teer ist — der Teer streift sich dann einfach beim Eindrehen der Schwellenschrauben auf der Oberfläche der Schwelle ab — ist aus den Abb. 3 und 4 zu ersehen.

Um die Wirkung gut erkennbar zu machen, sind ungetränkte Kiefern- und Eichenschwellen verwendet worden.

Bei getränkten Schwellen ist eine rostschützende Eigenschaft des Teeröls für die Schwellenschrauben noch nicht erwiesen. Das Teeröl kann die Feuchtigkeit des Holzes nicht von den Schwellenschrauben zurückhalten, während der Kohlenteer nach unseren Erfahrungen in der verdichteten Form, die bei dem geschilderten Verfahren erzeugt wird, kein Wasser durchläfst.

Es steht zu erwarten, dafs dieser neue Vorschlag für die Ausbildung des Reichsoberbaues auf Holzschwellen einen weiteren Schritt zur Verbesserung und Vereinheitlichung der Oberbaufragen darstellt und dafs seine Einführung der Deutschen Reichsbahn bedeutende wirtschaftliche Vorteile bringen wird.

Die neuere Entwicklung der elektrischen Zugbeleuchtung bei der Deutschen Reichsbahn.

Von Reichsbahnoberrat **M. Breuer.**

Schon vor dem Kriege hatten die preufsisch-hessischen Staatsbahnen etwa 1000 D-Zugwagen und 100 Schlafwagen mit »reiner Speicherbeleuchtung« und etwa 130 Schlafwagen mit Maschinenbeleuchtung ausgerüstet.

Bei dem damaligen Stande der Technik war die reine Batteriebeleuchtung der Maschinenbeleuchtung gleichwertig, wenn nicht überlegen. Hochgeschätzt wurde vor allem ihre grofse Einfachheit und Betriebsicherheit, während sich ihre Nachteile erst später geltend machten. Solange es sich nur um verhältnismäfsig wenige Wagen mit Speicherbeleuchtung handelte, welche in festen Kursen zwischen Endbahnhöfen mit ausreichenden Ladestationen verkehrten, konnte man die mit der Batterieladung an festen Stationen verbundenen Unbequemlichkeiten und Zeitverluste in Kauf nehmen; aber auch damals schon ergaben sich besonders in Zeiten gesteigerten Verkehrs betriebliche Schwierigkeiten. Wenn z. B. ein Zug mit erheblicher Verspätung am Endbahnhof angekommen war, so reichte die Zeit bis zur Abfahrt in der Gegenrichtung nicht aus, um die Batterien voll zu laden, so dafs dann im Laufe der Rückfahrt die Spannung zu tief sank, was oft eine unzulängliche Beleuchtung zur Folge hatte und das ganze System in Mifskredit brachte. Es kam hinzu, dafs bei der durch das Gewicht begrenzten Kapazität der Batterien lange Läufe ins Ausland kaum auszuführen waren. Ferner erwies sich die Bindung an die wenigen Ladestationen als eine für den Betrieb sehr lästige Fessel. Diese Schwierigkeiten wuchsen mit steigender Zahl der mit dieser Beleuchtungsart ausgerüsteten D-Zugwagen derart, dafs eine allgemeine Einführung ausgeschlossen erschien.

Zum Glück hatte inzwischen die Maschinenbeleuchtung Fortschritte gemacht. Ihr kam vor allem der Umstand zugute, dafs der Strombedarf durch die Einführung der Wolframlampen zurückging, so dafs man mit kleineren Dynamomaschinen auskommen konnte, deren Antrieb von der Wagenachse aus eher möglich erschien. Es mufs freilich zugegeben werden, dafs die Antriebsfrage noch nicht restlos gelöst ist. Eine kritische Betrachtung der verschiedenen Antriebsarten würde hier zu weit führen und soll daher später in einem besonderen Aufsatz behandelt werden. Jedenfalls kann gesagt werden, dafs auch heute schon der Antrieb der Maschinen im allgemeinen in befriedigender Weise arbeitet, und dafs die bei besonders ungünstigen Schnee- und Witterungsverhältnissen noch auftretenden Störungen in Zukunft wohl vermieden werden können. (Es sei übrigens daran erinnert, dafs in ähnlichen Fällen mitunter auch die Dampfheizung versagt.)

Eine Vergleichung der Betriebskosten, die unter anderem von Höppner angestellt wurde ergab, dafs die Maschinenbeleuchtung auch wirtschaftlich der reinen Speicherbeleuchtung überlegen war.

Diese Erwägungen führten dahin, dafs nach dem Kriege die Ausrüstung der D-Zugwagen mit elektrischer Maschinenbeleuchtung rascher gefördert wurde, während die reine Speicherbeleuchtung an Bedeutung zurückging.

Abb. 1 zeigt die zahlenmäfsige Entwicklung der einzelnen Beleuchtungsarten in den letzten Jahren.

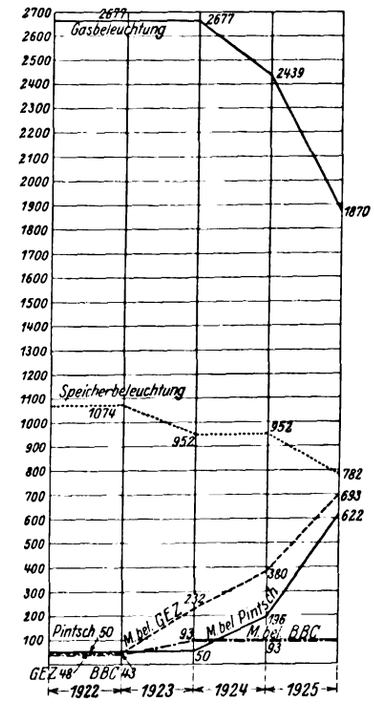


Abb. 1.

Ähnlich wie in anderen Ländern kämpften auch bei der Deutschen Reichsbahn mehrere Systeme der elektrischen Maschinenbeleuchtung um die allgemeine Einführung. Wenn dieser Wettstreit auch zweifellos die Entwicklung der Technik förderte, so war doch die Verschiedenheit der Einrichtungen vom Standpunkte des Eisenbahnbetriebs- und Werkstättenleiters unerwünscht. Daher war das Bestreben der Reichsbahn in den letzten Jahren darauf gerichtet, die Einrichtungen soweit als möglich zu vereinheitlichen, ohne doch den gesunden Fortschritt gänzlich zu unterbinden.

Bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen und einigen anderen Eisenbahnverwaltungen Deutschlands (besonders Sachsen) waren hauptsächlich folgende Systeme in gröfserem Umfang erprobt worden:

a) Das System der Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung mit Rosenbergmaschine (abgekürzt G. E. Z.).

b) Das System von Pintsch-Grob mit geteilten Batterien und Doppelkollektormaschine (abgekürzt P. G.).

c) Das System von Brown-Boveri mit einfacher Nebenschlufsmaschine und Regler nach Güttinger (abgekürzt B. B. C.).

Wer sich über die genannten Bauarten näher unterrichten will, findet alles Nötige in dem kürzlich in 3. Auflage erschienenen Buch von Büttner »Die Beleuchtung der Eisenbahnpersonenwagen« (Verlag Springer). Es soll gleich vorweg genommen werden, dafs diese drei Systeme sich als durchaus lebensfähig erwiesen haben. Wenn sich nun eines dieser Systeme den anderen gegenüber als fraglos überlegen gezeigt hätte, wäre die Wahl nicht schwer gewesen. Aber dies trat nicht ein. Bevor daher das weitere Vorgehen zur möglichsten Vereinheitlichung der Einrichtungen behandelt werden kann, müssen die Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme gegenübergestellt und abgewogen werden.

Digitized by Google

a) Das G. E. Z.-Rosenbergsystem erscheint zunächst als ideal, weil die Maschine selbst ohne besondere Regelorgane die Aufgabe löst, bei wechselnder Drehzahl und Drehrichtung einen gleichbleibenden Strom von gleicher Richtung zu liefern. Die eigenartige Wirkung der Rosenbergmaschine beruht bekanntlich auf der Ausbildung eines starken sekundären Querfeldes und mufs, wie bei allen Querfeldmaschinen, durch grofsen Materialaufwand erkauft werden. Daher werden die Rosenbergmaschinen verhältnismäfsig schwer.

Bei steigender Gegenspannung der zu ladenden Batterie steigt auch die Maschinenspannung entsprechend. Dies würde zweifellos zur Überladung der Batterie und damit zur Verkürzung ihrer Lebensdauer führen, wenn nicht ein besonderer Spannungsbegrenzer bei Erreichung einer gewissen Höchstspannung durch Vergröfserung des Vorschaltwiderstandes die Erregung der Maschine herabsetzte. Diese Höchstspannung ist bei eingeschaltetem Lichtstrom auf 2,25 Volt pro Zelle bemessen, während bei ausgeschaltetem Lichtstrom die Batteriespannung bis auf 2,5 Volt pro Zelle steigen kann.

Bei Tagesfahrt steht der gesamte von der Maschine stets in gleicher Stärke erzeugte Strom zur Batterieladung zur Verfügung. Die Batterie wird daher mit gleichbleibendem Strom rasch aufgeladen, bis der Spannungsregler eingreift und den Ladestrom auf einen belanglosen Wert herabsetzt. (Bei Nachtfahrt geht der jeweilig zur Beleuchtung benötigte Strom von dem Gesamtstrom der Maschine ab, während der Reststrom die Batterie bis zur Erreichung der Grenzspannung weiter auflädt.) Die Spannung an den Lampen kann sich ziemlich erheblich ändern, nämlich von der tiefsten Entladespannung der Batterie (1,8 Volt pro Zelle) bis zu der bereits erwähnten Grenzspannung von 2,25 Volt pro Zelle, also um etwa 25 %. Bei normalem Betrieb treten jedoch so starke Unterschiede nicht auf, da die Batterie nur nach längerer Stromentnahme bei Stillstand so tief entladen wird und sich während der Fahrt mit beginnender Ladung sofort wieder eine Spannung von mindestens 2,1 Volt pro Zelle einstellt.

b) Das System von Pintsch-Grob (vergl. Büttner 3. Auflage, S. 139) regelt selbsttätig auf gleichbleibende Spannung und lädt die Batterie mit zuerst starkem, dann allmählich abnehmendem Strom, ein Verfahren, das von manchen Sachverständigen als besonders günstig für die Lebensdauer der Batterien angesehen wird. Da die Lampen während der Batterieladung nicht der vollen Ladespannung ausgesetzt werden, so sind sie vor Überlastung geschützt. Nach jedem Aufenthalt werden die beiden Batteriehälften durch einen Umschalter mit einander vertauscht, so dafs jede abwechselnd den Erregerstrom liefert bzw. wieder aufgeladen wird. Bei stillstehender Maschine werden beide Batteriehälften durch den bereits erwähnten Umschalter parallel auf das Lichtnetz geschaltet. Der Umschalter besorgt aufserdem den Polwechsel bei Fahrtrichtungsänderung. Die schonende Behandlung der Batterien und Lampen wurde bei diesem System durch den sehr verwickelten Umschaltapparat sowie durch einen Anker mit Zusatzwicklung und zwei Kollektoren und durch die Teilung der Batterie erkauft. Als Umschaltapparat diente erst ein rein mechanischer, später ein elektromagnetisch betätigter Schalter, die jedoch beide zu mancherlei Störungen Veranlassung gaben.

c) Brown, Boveri & Cie. verwenden eine einfache Nebenschlufsmaschine mit beweglicher Bürstenbrücke, die sich bei Fahrtrichtungswechsel umlegt und dadurch selbsttätig die Stromrichtung im äufseren Stromkreis unverändert erhält. Der einfachen Maschine stand aber ein ziemlich verwickelter Regler (Güttinger), siehe Abb. 2, gegenüber, dessen Wirkungsweise nicht gerade leicht verständlich ist. Näheres darüber vergleiche Büttner, 3. Auflage Seite 126. B. B. C. hat in den letzten Jahren einen neuen wesentlich verbesserten Regler aufgenommen, bei dessen Konstruktion alle bisher gemachten Erfahrungen ausgenutzt werden konnten.

Dieser nach Mauron benannte M-Regler (s. Abb. 3) erzielt die Spannungsregelung der Nebenschlufsmaschine durch zwei Magnete, deren Kerne durch Wagbalken miteinander verbunden sind. Der eine Kern trägt ein durch Federwirkung gespanntes

Abb. 2. B. B. C.-Zugbeleuchtungsregler, Bauart B.

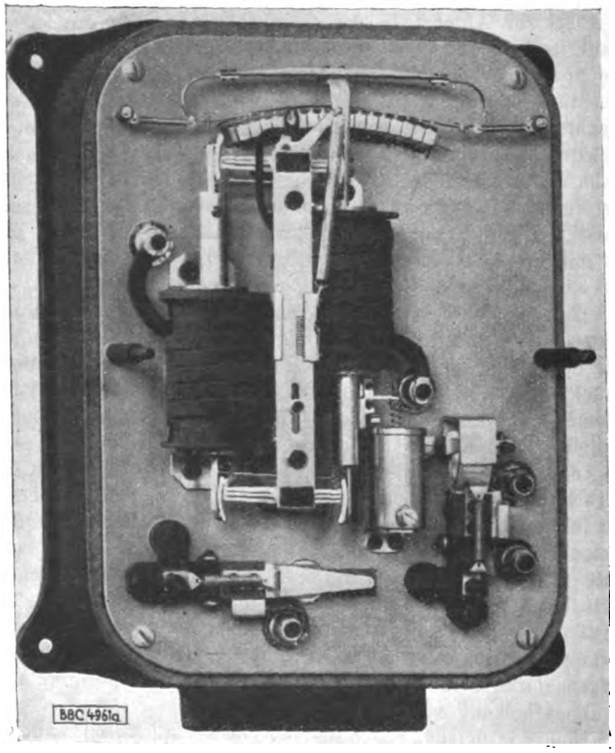


Abb. 3. B. B. C.-Zugbeleuchtungsregler, Bauart M.

elastisches Kontaktband, welches sich mehr oder weniger über die kreisbogenförmig angeordneten Kontaktstücke legt, an welche abgestufte Widerstände angeschlossen sind. Letztere liegen im Erregerstromkreis und werden je nach Lage des Kontaktbandes stufenweise ein- oder ausgeschaltet. Zur Verhütung schädlicher

Digitized by Google

Schwingungen der Magnetkerne ist eine Luftdämpfung vorgesehen. Die Zugkraft der vorgenannten Spannungsspule sowie der auf den zweiten Kern wirkenden Stromspule wird durch das sogenannte »Ladespannungsrelais« in ziemlich verwickelter Weise beeinflufst. Näheres darüber, sowie über die Wirkungsweise des »Entsulfatierungsrelais«, enthalten die »B. B. C.-Mitteilungen« vom Mai/Juni 1924, herausgegeben von Brown, Boveri & Cie. in Mannheim. Die Firma reguliert ihre Apparate selbst ein und plombiert sie dann, um Eingreifen von weniger sachkundiger Hand zu verhindern.

d) In den Vereinigten Staaten, die über grofse Erfahrungen auf dem Gebiete der elektrischen Zugbeleuchtung verfügen, verwendet man vorzugsweise ebenfalls einfache Nebenschlufsdynamos mit selbsttätigem Polwechsler. Charakteristisch für die amerikanischen Systeme sind jedoch die einfachen und sehr sicher wirkenden Kohleregler. Sie beruhen auf der vom Mikrophon her bekannten Eigenschaft sich berührender Kohlenscheiben, bei wechselndem Anpressungsdruck den Übergangswiderstand stark zu ändern. Zur Druckänderung benutzt man ein Solenoid, welches einer Feder entgegenwirkt. Wenn man nun eine aus einer Anzahl von Kohlenscheiben gebildete Säule in den Erregerstromkreis der Dynamo einschaltet und das vorerwähnte Solenoid an die Maschinenspannung anlegt, so vermindert letzteres bei steigender Spannung die Anpressung der Kohlenscheiben. Damit steigt der Widerstand im Erregerstromkreis, bis der schwächer werdende Erregerstrom die Maschinenspannung wieder auf ihren normalen Wert herabdrückt. Eine derartige Einrichtung regelt daher in höchst einfacher und betriebsicherer Weise auf gleichbleibende Spannung. Man kann den Anpressungsdruck derselben Kohlensäure aufserdem noch durch eine Stromspule beeinflussen, die entweder vom Batteriestrom allein oder vom gesamten Maschinenstrom durchflossen wird. Man hat es also in der Hand, durch Änderungen der Wicklungszahlen sowie des Wicklungssinnes die vorher erörterte Wirkung des an der Spannung liegenden Solenoides nach Wunsch teilweise abzuändern. Die verschiedenen amerikanischen Systeme unterscheiden sich nur noch in der Schaltung und Bemessung dieser zusätzlichen Stromspule. Bezeichnend für die Güte dieser Reglungseinrichtungen ist der Umstand, dafs auf den Bahnen der Vereinigten Staaten etwa 30000 Wagen mit Nebenschlufsmaschinen und Kohlereglern ausgerüstet sind und dafs die Beleuchtung dort allgemein zufriedenstellt.

Bevorzugt wird dort ferner die völlig unabhängige Regelung der Lampenspannung durch besondere Lampenregler, die übrigens ebenfalls auf dem Prinzip der Kohlensäulenwiderstände beruhen. Das Solenoid, welches den Anpressungsdruck der Kohlensäule regelt, wird hier parallel zu den Lampen geschaltet, während der Lampenstrom selbst die Kohlensäule durchfliefst. Hierbei erleidet er einen bestimmten Spannungsabfall, der den Überschufs der Batterieladespannung über die normale Lampenspannung aufzehrt, so dafs die Lampenspannung völlig gleichbleibend erhalten wird, was natürlich für die Lebensdauer der Lampen besonders günstig ist. Die in solcher Weise getrennte Regelung einerseits der Maschinenspannung und andererseits der Lampenspannung hat den grofsen Vorteil, dafs man ohne Kompromisse sowohl die Batterie wie auch die Lampen unabhängig voneinander mit der für sie benötigten Spannung versorgen kann.

In richtiger Erkenntnis, dafs Einfachheit und Betriebsicherheit gewissen theoretischen Feinheiten vorzuziehen sind, hat die Firma Pintsch neuerdings ebenfalls den Kohleregler (Abb. 4) angenommen. Die ersten neuen einfachen Nebenschlufsmaschinen mit Kohlereglern eigner Bauart sind bereits im Betrieb und haben allen Erwartungen entsprochen.

Abb. 5 zeigt das sehr klare, etwas vereinfachte Schaltbild mit den völlig unabhängigen Kohlereglern für den Generator und die Lampen. Der Kohleregler für den Generator wirkt in gleicher Weise wie bei den amerikanischen Systemen auf den Erregerstrom der Nebenschlufsmaschine.

Das Solenoid, welches den Anpressungsdruck der Kohlenscheiben beeinflufst, besteht aus drei Wicklungen, von denen im vorliegenden vereinfachten Schaltbild aber nur zwei gezeichnet sind. Der Federkraft wirkt zunächst eine Spannungswicklung aus vielen Windungen dünnen Drahtes entgegen. Diese Wicklung bewirkt bei steigender Drehzahl, also wachsender Spannung der Maschine eine allmähliche Entlastung der Kohlensäule, vermehrt also den Widerstand im Erregerkreis und drückt so die Spannung auf den Normalwert wieder herab.

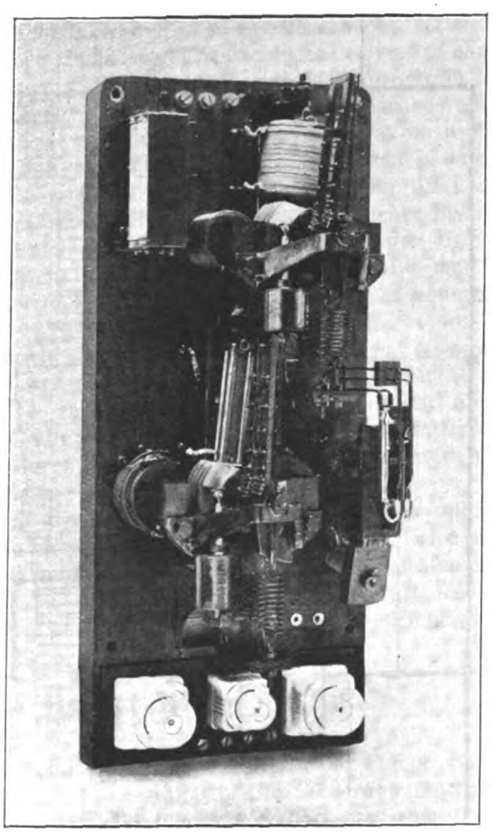


Abb. 4. Kohleregler, Bauart Pintsch.

Die zweite Wicklung führt den Ladestrom der Batterie und wirkt ebenfalls der Feder, welche die Kohlensäule zusammendrückt, entgegen. Falls nun der Ladestrom zu grofs wird, was bei stark entladener Batterie anfangs möglich ist, wird wieder die Kohlensäule soweit entlastet, dafs durch Verminderung der Maschinenspannung auch der Ladestrom eingeschränkt wird. Diese Stromwicklung schützt also den Generator vor Überlastung. Die dritte Wicklung wird vom Lampenstrom durchflossen und wirkt in gleichem Sinne wie die Feder, also druckverstärkend, ist aber bei Tage, solange die Lampen ausgeschaltet sind, aufser Tätigkeit. Diese Spule ist aus folgendem Grunde zugefügt worden: Bei langen Tagesfahrten ohne Lichtstromverbrauch besteht an sich die Gefahr, dafs die Batterie überladen und dadurch in ihrer Lebensdauer beeinträchtigt wird. Man vermeidet dies, indem man den Regler so einstellt, dafs die Maschinenspannung ein gewisses Grenzmafs nicht überschreitet. Andererseits ist ein zeitweises Laden mit höherer Spannung für die Batterie durchaus zuträglich; es wirkt der schädlichen Sulfatierung entgegen und bewahrt die Batterie vor Erschöpfung, wenn langen Nachtfahrten mit hohem Lichtbedarf nur verhältnismäfsig kurze Tagesfahrten gegenüberstehen. Es ist also zweckmäfsig, die Ladespannung der Batterie

Digitized by Google

zu erhöhen, solange der Lichtstrom fliefst. Dies wird durch die genannte dritte Spule*), welche ja vom Lampenstrom durchflossen wird, erreicht. Hierbei sei darauf hingewiesen, dafs diese Erhöhung der Ladespannung nicht auf die Lampen wirkt, weil deren Spannung ja durch den besonderen Lampenregler gleichbleibend erhalten wird, dessen Wirkungsweise bereits von den amerikanischen Systemen her bekannt ist.

Im Schaltbild ist dann noch der Maschinenselbstschalter angedeutet, der bei Erreichung einer gewissen Mindestdrehzahl Maschine und Batterie parallel schaltet. Dieser Maschinenselbstschalter ist bei allen Zuglichtsystemen erforderlich und wird auch durchweg in gleicher Weise geschaltet: Das Einschalten besorgt die Spannungsspule allein. Der nachfolgende Maschinenstrom verstärkt die Anziehungskraft des Schalters durch dessen Stromspule. Sobald aber beim Abfall der Drehzahl und damit der Maschinenspannung in dieser Stromspule ein Rückstrom auftritt, schaltet der Selbstschalter die Maschine ab.

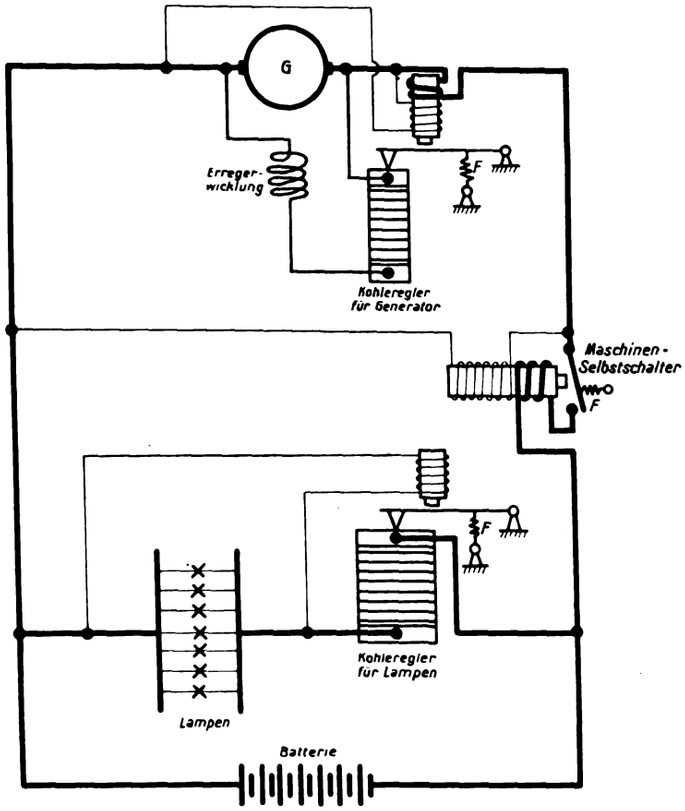


Abb. 5. Schaltbild für Zugbeleuchtung mit Kohleregler, Bauart Pintsch.

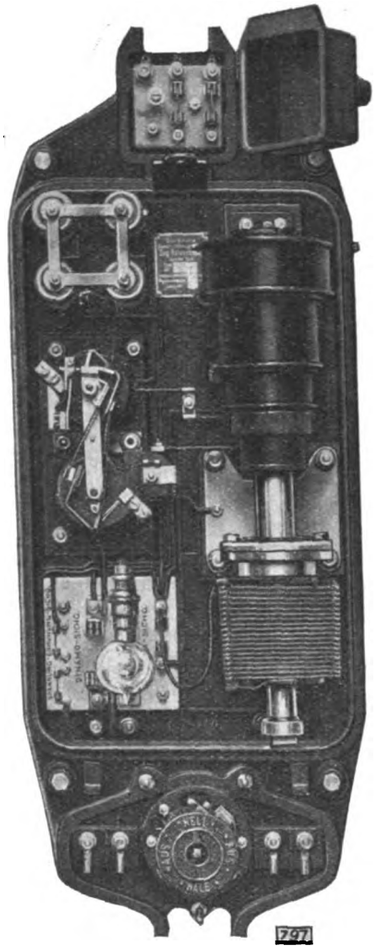


Abb. 6. Dick-Regler.

Von besonderem Interesse ist es, dafs die G. E. Z. seit einiger Zeit neben den bekannten Rosenbergmaschinen auch eine einfache Nebenschlufsmaschine für die Zugbeleuchtung baut. Als Generatorregler verwendet sie den in Österreich vorzugsweise eingeführten Dickregler (Abb. 6 und 7). Auch dieser verändert mit Hilfe eines an der Maschinenspannung liegenden Solenoides den Widerstand im Erregerstromkreis. Nur die Art der Widerstandsänderung ist hier eine andere, sie ist nicht stetig, wie beim Kohleregler, sondern schrittweise abgestuft. Die Enden der Teilwiderstände sind mit Metallringen verbunden, die mit isolierenden Zwischenlagen zu einem topfartigen Gefäfs übereinandergeschichtet sind. In letzterem befindet sich etwas Quecksilber, das durch einen von Solenoid beeinflufsten Verdrängungskolben zum Steigen oder Fallen gebracht wird. Hierdurch werden die Widerstände schrittweise kurzgeschlossen oder wieder eingeschaltet. Aufser der Spannungswicklung ist auch an diesem Regler eine Stromspule angeordnet, die ein Anwachsen des Gesamtstromes über ein bestimmtes, für die Dynamo noch zulässiges Mafs verhindert. Der Apparat wird nun so eingestellt, dafs die Maschinen- und damit auch die Batteriespannung nicht über 2,35 Volt pro Zelle steigt, ein Wert, der ausreichen soll, um die Batterie genügend zu laden und vor Sulfatierung zu bewahren. Ein besonderer Lampenregler ist nicht vorgesehen, so dafs die gesamten Spannungsschwankungen, die hier $\sim 30\%$ betragen können, auf das Lichtnetz wirken. Hier sieht man deutlich, wohin der Kompromifs zwischen den Anforderungen der Batterie und der Lampen führt. Selbst wenn man die Ladespannung nicht höher als 2,35 Volt pro Zelle treibt, ist der Spannungsunterschied an den Lampen schon so grofs, dafs entweder die Lichtausbeute oder die Lebensdauer der Lampen leidet. Denn wenn man den Glühdraht so bemifst, dafs er die Ladespannung aushält, ohne allzu schnell durchzubrennen, so wird die Lampe, die ja beim Stillstand des Wagens nur die Entladespannung der Batterie erhält, in diesem Falle weniger hell strahlen. Richtet man sich aber bei der Bemessung des Glühdrahtes nach der Entladespannung, so wird die Lebensdauer der Lampe verkürzt, weil die Ladespannung während der Fahrt für sie zu hoch wird. Meines Erachtens darf man in dem Streben nach Vereinfachung nicht so weit gehen, dafs die Vor-

*) Der Einfachheit halber ist in dem Schaltbild nur eine vom Gesamtstrom durchflossene Stromspule eingezeichnet.

Digitized by Google

bedingungen für eine gute Lichtausbeute nur unvollkommen geschaffen werden können. Immerhin hat der Dick-Regler wegen

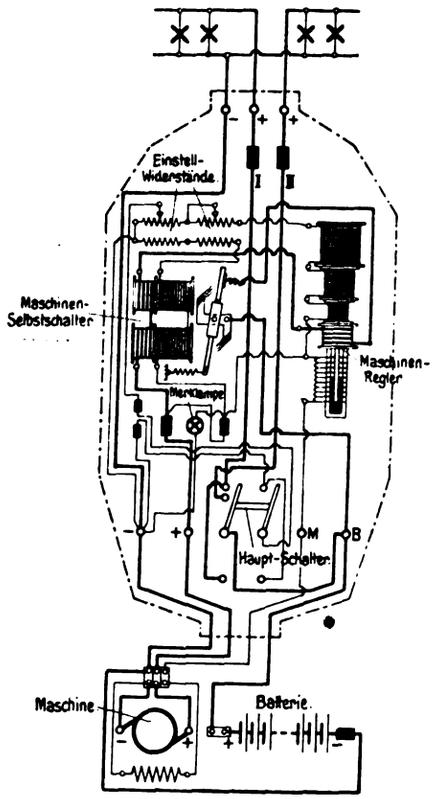


Abb. 7. Schaltbild für Dick-Regler.

seiner einfachen Wirkungsweise besonders in Österreich zahlreiche Anhänger gefunden. In allerjüngster Zeit hat die Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung auch den für ortsfeste Maschinen wohlbekannten Tirill-Regler den Zwecken der Zugbeleuchtung angepafst und dienstbar gemacht.

Das Ergebnis der im vorstehenden behandelten Entwicklung der letzten Jahre ist also eine wesentliche grundsätzliche Annäherung der drei oben genannten Systeme. Wir haben jetzt bei allen eine Nebenschlufsmaschine mit besonderer — von ihr räumlich getrennter — Regelvorrichtung. Die Lampenspannung ist für alle von der Reichsbahn neu zu beschaffenden Einrichtungen einheitlich auf 24 Volt, entsprechend einer Batterie von zwölf Zellen, festgesetzt worden. Nachdem auch die Aufhängungs- und Nachspannvorrichtungen der Maschinen einheitlich durchgebildet sind, wird es sich zunächst erreichen lassen, die einzelnen Hauptteile der verschiedenen Systeme ohne weiteres gegen einander auszutauschen, was für den Betrieb schon eine grofse Erleichterung bedeutet. Vielleicht wird es nach einiger Zeit, wenn erst genügende Betriebserfahrungen vorliegen, möglich sein, durch Zusammenstellung der am besten bewährten Teile ein Einheitssystem zu schaffen. Das würde für die Lagerhaltung und Werkstattbehandlung von aufserordentlicher Bedeutung sein und zu einer wesentlichen Verminderung der Unterhaltungskosten führen. Bei der Zuglichtmaschine wird man allerdings nicht mit einer Maschinengröfse auskommen können, weil der Strombedarf der einzelnen Wagengattungen — von 500 Watt bei gewissen zweiachsigen Wagen bis zu etwa dem vierfachen Betrage bei den Schlafwagen (mit elektrischem Kocher) — zu verschieden ist. Drei Gröfsen dürften aber auf alle Fälle genügen. Die zugehörigen Batterien werden sich nur durch die Anzahl, nicht durch die Gröfse der Platten unterscheiden.

Durch die Schaffung des Einheitssystems soll aber nicht jeder Fortschritt unterbunden werden. Nur wird man später vor Einführung einer Neuerung eingehend prüfen müssen, ob die Vorteile, die man sich davon verspricht, die Nachteile überwiegen, welche jede Durchbrechung der Einheitlichkeit mit sich bringt.

Versuche mit der Doppelverbundluftpumpe Bauart Nielebock-Knorr.

Von Dr. Ing. R. Drath.

Im Anschlufs an die von Herrn Dr. Schneider, München, vorgenommenen Untersuchungen über Lokomotivluftpumpen (s. Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 9 vom 15. Mai 1925) wurden vom Verfasser ähnliche Versuche mit der Doppelverbundluftpumpe Bauart Nielebock-Knorr durchgeführt, die einen Vergleich beider Bauarten in bezug auf Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit gestatten sollen.

Die Luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr, die der Cross-Compound-Pumpe von Westinghouse ähnlich ist, in der Steuerung jedoch wesentlich abweicht, besitzt zwei Kolbensätze und zwar sind der Hochdruckdampf- und der Niederdruckluftkolben einerseits (Kolbensatz I, Abb. 1) und der Niederdruckdampf- und der Hochdruckluftkolben andererseits (II) zu je einem Kolbensatz verbunden. Der Hochdruckdampfzylinder arbeitet als Volldruckmaschine, d. h. der Dampf strömt während des ganzen Hubes unter gleichbleibendem Druck in den Zylinder. Nachdem die Endlage erreicht ist, erfolgt die Umsteuerung und die im Hochdruckdampfzylinder eingeschlossene Dampfmenge expandiert unmittelbar (ohne Aufnehmer) in den Niederdruckdampfzylinder, wobei der zweite Kolbensatz die Zylinder durchläuft und die Ausdehnungsarbeit des Dampfes ausnutzt.

Die Bauart und Wirkungsweise der Pumpe sind aus dem Schema, Abb. 1 ersichtlich. Die Steuerung besteht aus zwei Teilen, aus dem in senkrechter Lage zwischen den Dampfzylindern angeordneten Hauptschieber, der die Dampfverteilung zu den Zylindern regelt und aus dem Hilfschieber, der die

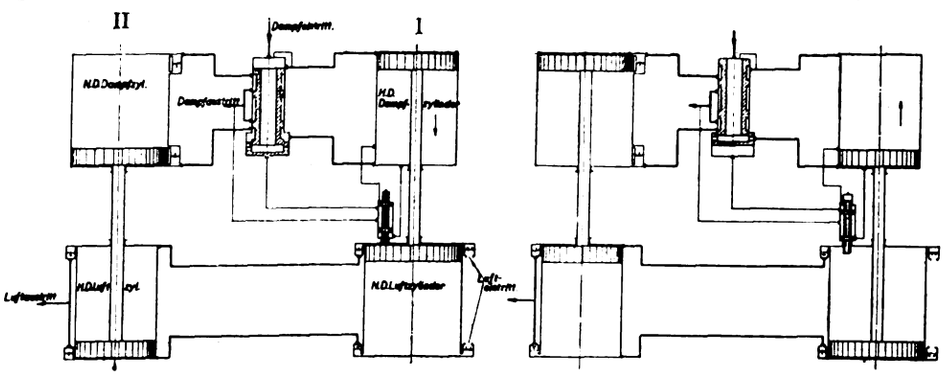


Abb. 1.

Bewegung des Hauptschiebers bedingt. Der Frischdampf wird dem Hohlraum des Hauptschiebers zugeführt und tritt je nach der Stellung des Hauptschiebers entweder durch Bohrungen in der zylindrischen Wand des Schieberkopfes in den unteren oder an der Stirnfläche des engeren Schieberteiles in den oberen Arbeitsraum des Hochdruckdampfzylinders ein. Die durch Aussparungen am Schaft des Hauptschiebers entstandenen

Digitized by Google

und durch Kolbenringe voneinander abgedichteten ringförmigen Hohlräume regeln den Übertritt des im Hochdruckdampfzylinder ausgenutzten Dampfes nach dem Niederdruckdampfzylinder sowie den Austritt des im Niederdruckdampfzylinder vollständig ausgenutzten Dampfes. Der unter der geschlossenen Stirnfläche des Hauptschiebers gelegene Raum wird als Umsteuerungskammer benutzt und durch den Hilfschieber entweder mit Frischdampf beaufschlagt oder mit der Aufsenluft verbunden. Im ersten Falle wird der Hauptschieber durch die Wirkung seiner beiden verschieden grofsen Endflächen in die obere Endlage getrieben; im andern Falle treibt der Frischdampfdruck den Kolbenschieber in die untere Lage. Der Hilfschieber reicht mit dem unteren Ende seiner Kolbenstange so weit in den Niederdruckluftzylinder hinein, dafs er (durch Vermittlung eines Stössels) vom Niederdruckluftkolben bei seiner Annäherung an die obere Endstellung nach oben gestofsen wird. Hierbei wird dann die Umsteuerungskammer mit dem Auspuff verbunden, und der Hauptschieber macht seine Bewegung abwärts. Der Dampf wird jetzt so geleitet, dafs der steuernde Kolbensatz I seine Bewegung abwärts macht, während der Kolbensatz II aufwärts geht. Befindet sich der umsteuernde Kolbensatz I in der unteren Totlage, so legt der Hochdruck-Dampfkolben eine kleine Bohrung frei, durch welche Frischdampf auf die obere Kolbenfläche des Hilfschiebers strömt und ihn nach unten treibt. Hierdurch wird der Verbindungskanal zwischen Haupt- und Hilfschieber freigelegt, wobei dann die Umsteuerungskammer des Hauptschiebers mit Frischdampf beaufschlagt wird. Der Hauptschieber geht in seine obere Endstellung, der erste Kolbensatz macht dann einen Aufwärtshub, der zweite Kolbensatz einen Abwärtshub, und das Spiel beginnt von neuem. Die Kolben sind so bemessen, dafs der Kolbensatz II (Niederdruckdampf) früher als der Kolbensatz I (Hochdruckdampf) in seine Endstellung gelangt. Da die Umsteuerung durch den Hochdruckdampfkolbensatz eingeleitet wird, so erfolgt sie erst dann, wenn der Niederdruckdampfkolben seine Endlage bereits erreicht hat. An den Enden des Niederdruckdampfzylinders sind zwei kleine Rückschlagventile angeordnet, die den Zweck haben, nach Beendigung des Arbeitshubes des Kolbensatzes II den Niederdruckdampf ins Freie entweichen zu lassen, um den Kolbensatz I zu entlasten.

Die Luft wird vom Niederdruckluftzylinder angesaugt und in den Hochdruckluftzylinder gepreſst, wodurch die erste Stufe der Kompression, etwa 2,7 at, erreicht wird. Im Hochdruckluftzylinder wird nun die Luft auf den vollen Gegendruck verdichtet und in den Hauptluftbehälter hineingedrückt.

Die Anordnung der Versuchseinrichtung ist aus der Abb. 2 ersichtlich. Die Dampfzuführung erfolgte aus einem entfernt liegenden Kesselhaus durch gut gegen Wärmeverlust geschützte

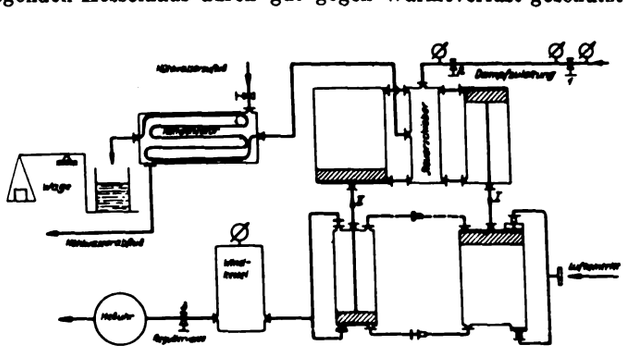


Abb. 2.

Leitungen. Der Dampf hatte beim Eintritt in den Prüfraum etwa 14 at Spannung und war trocken gesättigt oder schwach überhitzt. Die Regelung des Dampfdruckes erfolgte durch die Ventile 1 und 2; die Leitungen am Prüfstand selbst, sowie die Pumpe waren nicht verkleidet. Der Abdampf wurde in einem Kondensator niedergeschlagen und dann gewogen. Die Belastung der Pumpe erfolgte in der Weise, dafs die Luft durch einen mit einem Sieb abgedeckten Saugkanal angesaugt und in einen Windkessel gepreſst wurde, dessen Druck durch das Drosselventil 3 geregelt werden konnte. Die entspannte Luft wurde durch eine Gasuhr gemessen. Da angenommen werden kann, dafs die Luft beim Eintritt in die mit Wasser gefüllte Gasuhr schon auf die Temperatur der Ansaugeluft abgekühlt war, so wurde von einer Feststellung der Lufttemperaturen abgesehen. Ebenso wurden der Feuchtigkeitsgehalt und der Barometerdruck unberücksichtigt gelassen.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dafs zuerst die Pumpe in einen Beharrungszustand gebracht wurde. Dann wurden während eines bestimmten Zeitraumes (5 Min.) die Hubzahl, die Förderleistung und der Dampfverbrauch der Pumpe gemessen. Die Versuche wurden bei Gegendrücken von 2 bis 8 at durchgeführt. Von jeder dieser Belastungen

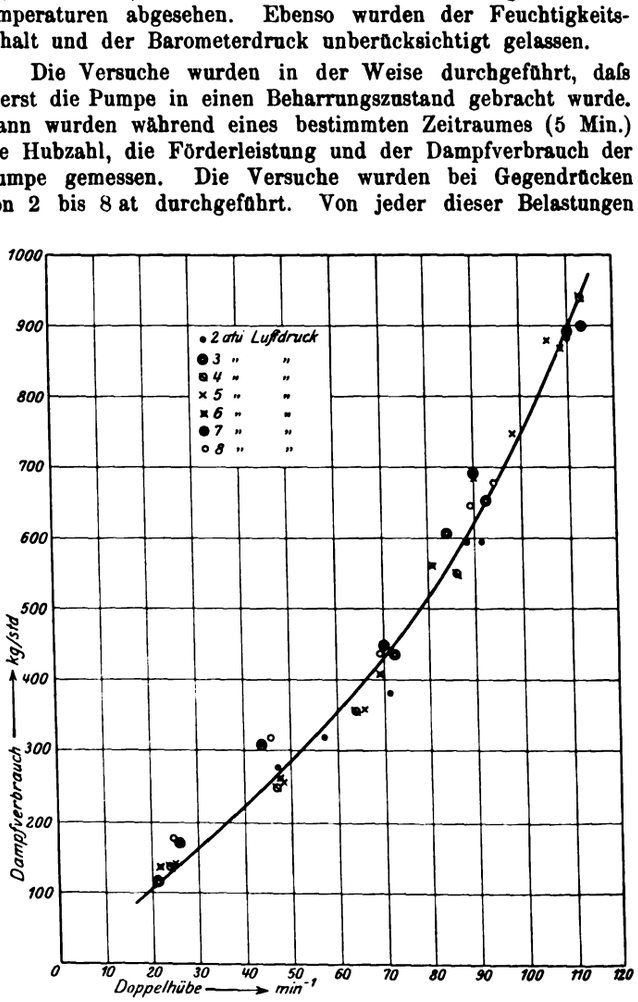


Abb. 3.

wurde eine Versuchsreihe mit verschiedenen Hubzahlen aufgenommen, die Ergebnisse sind in den Schaubildern (Abb. 3 bis 6) zusammengestellt. Die Abmessungen der Pumpe sind folgende:

Hochdruckdampfzylinder .	180 mm	Durchmesser
Niederdruck- » . .	300 »	»
Hochdruckluftzylinder . .	165 »	»
Niederdruck- » . .	270 »	»
Hub	350 »	»
Kolbenstange	30 »	»

Der Niederdruckluftzylinder hat also einen Ansaugeraum von rund 20 l.

In Abb. 3 ist der Dampfverbrauch in kg/h als Funktion der Hubzahl aufgetragen, und zwar ist das Verhältnis der Abszissen zu den Ordinatenmafsstäben das gleiche wie in dem

Digitized by Google

Diagramm des Versuches von Herrn Dr. Schneider*). Man sieht, dafs zwischen der zweistufigen Luftpumpe der Regelbauart und der Nielebock-Luftpumpe wesentliche Unterschiede bestehen. Der Dampfverbrauch der Nielebock-Luftpumpe ist fast unabhängig vom Gegendruck, nimmt jedoch mit der Hubzahl stark zu. Diese Eigentümlichkeit erklärt sich dadurch, dafs der Dampfverbrauch der Pumpe, aufser durch die Hubzahl, nur durch die Belastung des Hochdruckdampfzylinders bedingt wird. Die Belastung des Hochdruckdampfzylinders ist jedoch bei allen Gegendrücken die gleiche, da der Niederdruckluftkolben immer die angesaugte Luftmenge in den Hochdruckluftzylinder zu treiben, also auf annähernd 2,7 at zu verdichten hat. Liegen die Gegendrücke unter diesem Wert, so wird die ganze Arbeit vom Hochdruckkolbensatz (Kolbensatz I) allein geleistet, und der andere Kolbensatz läuft leer mit. Infolgedessen ist der Dampfverbrauch bei gleicher Hubzahl unabhängig vom Gegendruck. Die Höhe des Luftdruckes im Hauptluftbehälter hat also, abweichend von der Luftpumpe der Regelbauart, keinen Einflufs auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, was jedoch praktisch bedeutungslos ist, da die Pumpe immer gegen den gleichen hohen Gegendruck arbeitet. Die Erscheinung, dafs der Dampfverbrauch nicht im Verhältnis zur Hubzahl, sondern etwas schneller wächst, wird dadurch begründet, dafs mit steigenden Hubzahlen ein immer gröfserer Teil der Dampfarbeit zur Beschleunigung des Kolbensatzes verwendet wird.

Der volumetrische Wirkungsgrad wird bestimmt als Verhältnis der wirklichen Fördermenge zum theoretischen Förderraum der Pumpe. Wie aus Abb. 4 ersichtlich, ändert sich der volumetrische Wirkungsgrad sehr wenig mit der Hubzahl und mit dem Gegendruck. Dieses Ergebnis steht ebenfalls in scharfem Gegensatz zu den Untersuchungen an der Luftpumpe der Regelbauart. Die schädlichen Räume der Nielebock-Luftpumpe sind so klein gehalten, dafs die Ansaugemenge durch sie kaum beeinflufst wird. Die ungewöhnliche leichte Bauart der Ventile sichert ihr genaues Öffnen und Schliefsen in den Endlagen des Kolbensatzes. Ein volumetrischer Wirkungsgrad von 90 % kann bei einem Kompressor als aufserordentlich gut angesehen werden. Der geringe Abfall des Wirkungsgrades bei steigender Hubzahl ist durch Drosselung der angesaugten Luft infolge zu grofser Spaltgeschwindigkeit zu erklären. Das Abfallen des Wirkungsgrades bei geringer Hubzahl wird durch den gröfseren Einflufs der Undichtigkeiten von Kolbenringen und Ventilen bei langsamem Gang der Pumpe begründet. In Abb. 5 ist die Förderleistung als Funktion der Hubzahl aufgezeichnet. Da die Wirkungsgrade sich wenig mit dem Gegendruck verändern, so fallen die Leistungskurven für 2 und 8 at Luftdruck fast zusammen.

Um die Nielebock-Luftpumpe mit der älteren Pumpe der Regelbauart wärmetechnisch vergleichen zu können, wurde die Leistung der idealen, verlustfreien Luftpumpe mit dem volumetrischen und mechanischen Wirkungsgrad 1 für die verschiedenen Luftmengen und Gegendrücke berechnet. Es wurde, wie bei den Versuchen von Herrn Dr. Schneider, die isothermische Kompression der Rechnung zugrunde gelegt. Die Verdichtungsarbeit für G kg Luft beträgt in PS:

$$\frac{2{,}303}{75} \cdot G \cdot p_0 \cdot v_0 \cdot \log \frac{p}{p_0} \cdot$$

Darin sind:

G = verdichtete Luft in kg/sec.

p_0 und v_0 = Druck und spezifisches Volumen der Luft vor der Verdichtung in kg/m² bzw. m³/kg.

p = Druck der Luft der Verdichtung in kg/m².

Die Temperatur der Aufsenluft betrug ca. 22° C., was einem spezifischen Gewicht der Luft von 1,14 kg/m³ entspricht. In Abb. 6 ist der Dampfverbrauch pro PS-Std. als Funktion der ideellen Leistung aufgetragen. Ein Vergleich dieses Schaubildes mit dem entsprechenden der älteren zweistufigen Luftpumpe führt zu folgenden Ergebnissen.

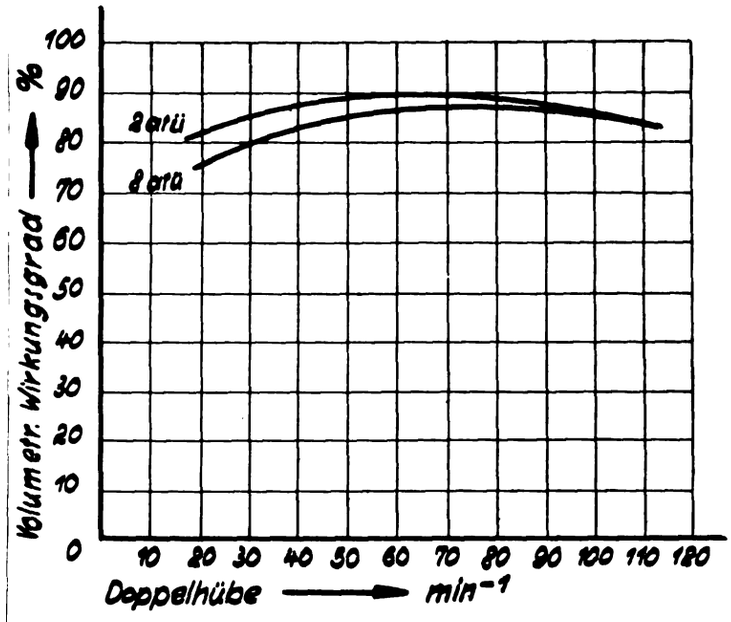


Abb. 4.

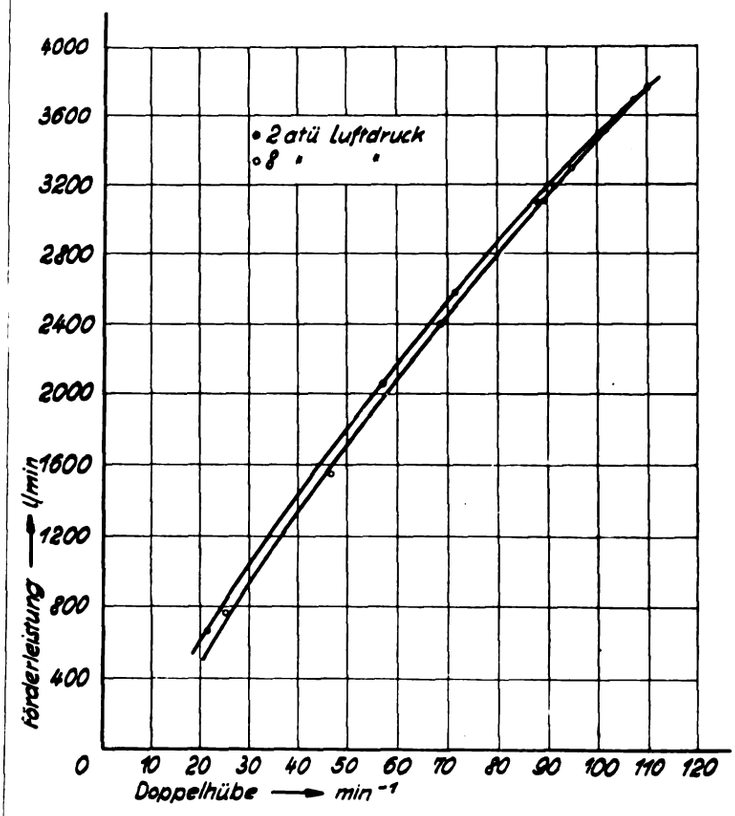


Abb. 5

Der Dampfverbrauch der Nielebock-Pumpe ist erheblich geringer als der der alten Knorr-Pumpe, und zwar steigt bei der Nielebock-Pumpe der Dampfverbrauch pro PS-Std., wenn der Gegendruck abnimmt, während er bei der Pumpe der Regelbauart mit zunehmendem Gegendruck steigt. Aufserdem kann festgestellt werden, dafs der Dampfverbrauch der Nielebock-

*) Organ 1925, S. 205 usw. (Abb. 1).

Digitized by Google

Pumpe mit zunehmender Leistung steigt, während der Dampfverbrauch der Regelbauart-Pumpe mit zunehmender Leistung fällt. Da sich die Belastung aus zwei Faktoren zusammensetzt (Gegendruck und Hubzahl) und der Dampfverbrauch nur von einem dieser Faktoren, der Hubzahl, beeinflufst wird und zwar in der Weise, dafs der Dampfverbrauch schneller als die Hubzahl steigt, so wächst natürlich der spezifische Dampfverbrauch bei gleichbleibendem Gegendruck mit der Hubzahl bzw. Leistung. Mit zunehmendem Gegendruck sinkt jedoch der spezifische Dampfverbrauch pro PS-Std., weil der absolute Dampfverbrauch für alle Gegendrücke annähernd der gleiche ist, dagegen die Leistung mit wachsendem Gegendruck steigt. Bei 6 at Gegendruck schwankt der spezifische Dampfverbrauch zwischen 45 und 60 kg/PS-Std., bei 8 at zwischen 43 und 55 kg/PS-Std. Legt man der Rechnung einen mittleren Wert von 50 kg Dampf für die PS-Std. zugrunde, so ergibt sich bei der Nielebock-Pumpe eine Verbesserung der wirtschaftlichen Ausnutzung gegenüber der Pumpe der Regelbauart von 40 bis 50 %.

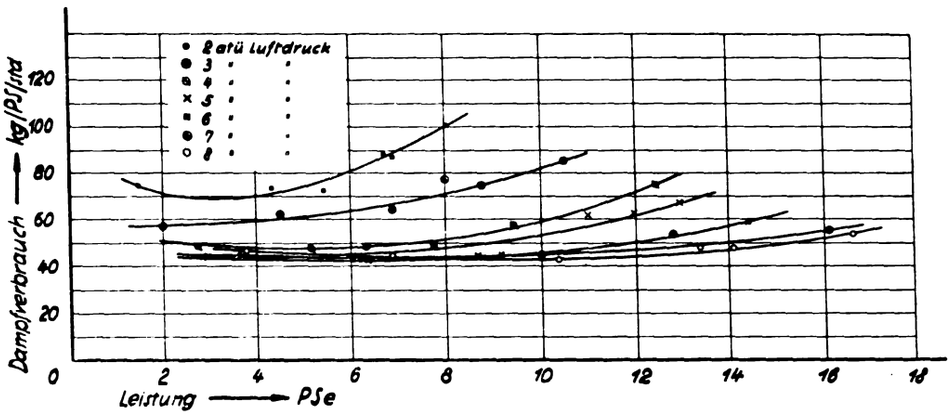


Abb. 6.

Die Berechnung von zusammengesetzten Blattfedern.

Von **P. Helffer**, Utrecht.

Gewöhnlich wird die Berechnung von zusammengesetzten Blattfedern auf die einfachen Dreieckfedern zurückgeführt. Man denkt sich eine Dreieckfeder a, b, c in 2n gleich breite Streifen geteilt und dann je zwei der symmetrisch zu ad gelegenen Streifen vereinigt, man erhält so durch Aufeinanderlegen die Blattfeder AB (Abb. 1).

In der Regel werden zwei dieser Federn vereinigt; die Lagen werden in der Mitte durch einen Bund zusammengehalten, während das obere Blatt am Ende derartig gestaltet wird, dafs dort die Last aufgehängt werden kann. Oft fügt man zum oberen Blatt ein oder zwei weitere Blätter hinzu um die Schwächung, welche dieses Blatt durch Formgebung oder Bearbeitung erlitten hat, aufzuheben. Die übliche Rechnung berücksichtigt diese Abweichungen nicht, weshalb wir im folgenden eine Berechnung entwickeln, in der jedes einzelne Blatt betrachtet wird und womit für jedes Blatt die Materialspannung und die Formänderungen angegeben werden können.

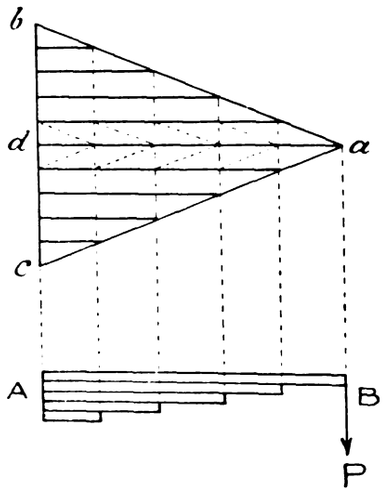


Abb. 1.

Eine Feder soll unter Einwirkung äufserer Kräfte bei geringstem Materialaufwand möglichst grofse Formänderungen annehmen können. Bei Blattfedern bestehen die Formänderungen nur aus Biegung. Eine halbe Tragfeder sei in Abb. 2 dargestellt, durch eine Last p belastet. Diese Last wird auf den Bund übertragen; die Feder steht also unter Einwirkung eines Kräftepaares, dessen Moment pl ist. Die Länge l des Armes würde bis an das Ende des Bundes gemessen werden, wenn die Feder genau durch den Bund umschlossen wäre. Mit Rücksicht darauf, dafs bei Bruch die Federlage häufig ungefähr 1 cm innerhalb des Bundes bricht, rechnen wir die Länge l vom Angriffspunkt der Last bis zu 1 cm innerhalb des Bundes. Die Enden der Federlagen müssen gegen das obere Blatt anliegen. Dies ist der Fall, wenn wenigstens ein Teil der Last p auf das Ende des folgenden Blattes übertragen wird.

Wenn also am Ende des n^{ten} Blattes eine Kraft p_n wirkt, wird am Ende des $n-1^{ten}$ Blattes eine Kraft p^{n-1} angreifen, p_n und p_{n-1} müssen sich derart verhalten, dafs die Durchbiegung des n^{ten} Blattes beim Angriffspunkte von p_{n-1} ebenso grofs ist wie die Durchbiegung am Ende des $n-1^{ten}$ Blattes. Wir werden zuerst die Aufgabe für eine Feder behandeln, deren Lagen beliebige Länge haben, um sodann die Bedingungen zu entwickeln, unter denen die Federn zu Körper gleicher Widerstandsfähigkeit werden. Die einzelnen Lagen müssen hierfür Körper gleicher Krümmung werden; d. h. der Halbmesser der Biegungskurve mufs konstant sein.

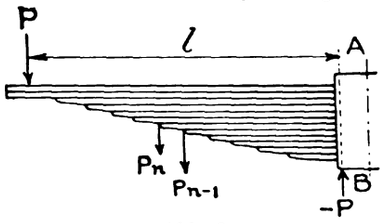


Abb. 2.

Diese Bedingung für die freitragenden Enden der Feder wird erfüllt sein wenn $r = \frac{J \cdot E}{p(l-x)} =$ eine Konstante ist

Wir müssen also Sorge tragen, dafs $r = \frac{J \cdot E}{pl} = \frac{bh^3 \cdot E}{12\,pl}$ konstant wird. Man kann dazu entweder die Breite oder die Höhe des Federblattes konstant halten. Wir wählen das erstgenannte Mittel und erhalten die Gleichung: $\frac{bh^3 \cdot E}{12\,pl} = \frac{bz^3 \cdot E}{12\,p(l-x)}$ und daher: $\frac{h^3}{z^3} = \frac{l}{l-x}$.

Die Zuspitzung der Feder mufs also nach der kubischen Parabel geformt sein oder annähernd nach einem Trapez, dessen kleine parallele Seite $= \frac{2}{3}$ h ist.

Der Halbmesser der Biegungskurve ist:

$$r = \frac{J \cdot E}{p \cdot l}; \text{ da } \frac{1}{r} = \frac{d^2 y}{d x^2} \text{ so ist: } \frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{p \cdot l}{J \cdot E}$$

woraus die Neigung für jeden Punkt der Biegungskurve durch Integrieren gefunden wird: $a = \frac{p \cdot l}{J \cdot E} \cdot x$;

Digitized by Google

durch nochmaliges Integrieren findet man für die Gleichung der Biegungskurve $y = \frac{p \cdot l}{2 J \cdot E} \cdot x^2$. . . . . (1

Auf das n^{ten} Federblatt wirken die Kräfte p_n und $-p_{n-1}$ angreifend im Abstand l_n und l_{n-1} (Abb. 4). Das Blatt ist bis

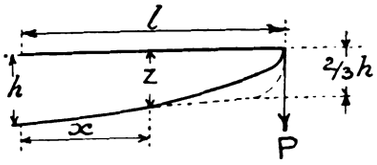


Abb. 3.

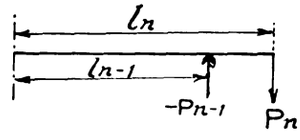


Abb. 4.

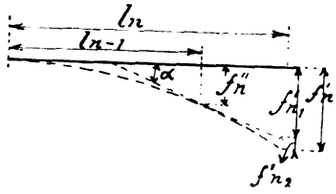


Abb. 5.

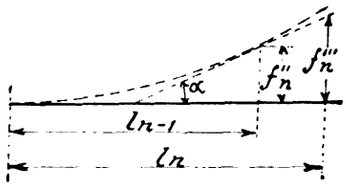


Abb. 6.

an den Angriffspunkt von $-p_{n-1}$ prismatisch gebildet. Bei Belastung des Blattes mit p_n allein gestaltet sich die Gleichung der Biegungskurve demnach wie folgt: $y = \frac{p_n}{2 J \cdot E}\left(l_n \cdot x^2 - \frac{x^3}{3}\right)$.

Unter Einwirkung der Kraft $-p_{n-1}$ allein ist die Gleichung der Biegungskurve für die Strecke l_{n-1}:

$$y = \frac{-p_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot \left(l_{n-1} \cdot x^2 - \frac{x^3}{3}\right);$$

hier $x = l_{n-1}$ setzend finden wir:

$$f'''_n = -\frac{p_{n-1}}{3 J \cdot E} \cdot l^3_{n-1}.$$

Die Neigung der Tangente an der Biegungskurve im Punkte (l_{n-1}, f'''_n) ist: $a = \frac{-p_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot l^2_{n-1}$,

die Gleichung der Tangente also: $y = f'''_n + a\,(x - l_{n-1})$, wenn $x = l_n$

$$f'''' = -\frac{p_{n-1}}{3 J \cdot E} \cdot l^3_{n-1} - \frac{p_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot l^2_{n-1} \cdot (l_n - l_{n-1}).$$

Für die Senkung des n^{ten} Blattes haben wir:

a) bei dem Angriffspunkt von $-p_{n-1}$:

$$f_n' = f_n'' + f_n'''$$

oder:

$$f'_n = \frac{p_n \cdot l^2_{n-1}}{6 J \cdot E} \cdot (3 l_n - l_{n-1}) - \frac{p_{n-1} \cdot l^3_{n-1}}{3 J \cdot E},$$

also:

$$f'_n = \frac{p_n \cdot l^2_{n-1} \cdot (3 l_n - l_{n-1}) - 2 p_{n-1} \cdot l^3_{n-1}}{6 J \cdot E}.$$

b) bei dem Angriffspunkt von p_n

$$f_n = f'_{n1} + f'_{n2} + f_n''''$$

$$f_n = \frac{p_n \cdot l^2_{n-1}}{6 J \cdot E} \cdot (3 l_n - l_{n-1}) + \frac{p_n \cdot l_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot (2 l_n - l_{n-1})(l_n - l_{n-1}) + \frac{p_n \cdot (l_n - l_{n-1})^3}{2 J \cdot E} - \frac{p_{n-1}}{3 J \cdot E} \cdot l^3_{n-1} - \frac{p_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot l^2_{n-1} \cdot (l_n - l_{n-1}).$$

Da aber die Senkung des n^{ten} Blattes, bei dem Angriffspunkt von $-p_{n-1}$ ebenso grofs sein mufs wie die Senkung des Endes vom $n-1^{ten}$ Blatt, hat man die folgende Gleichung zu erfüllen:

$$\frac{p_n \cdot l^2_{n-1} \cdot (3 l_n - l_{n-1}) - 2 p_{n-1} \cdot l^3_{n-1}}{6 J \cdot E} = \frac{p_{n-1} \cdot l^2_{n-2}}{6 J \cdot E} \cdot (3 l_{n-1} - l_{n-2}) + \frac{p_{n-1}}{2 J \cdot E} \cdot l_{n-2} \cdot (2 l_{n-1} - l_{n-2})(l_{n-1} - l_{n-2}) +$$

$$+ \frac{p_n \cdot (l_{n-1} - l_{n-2})^3}{2 J \cdot E} - \frac{p_{n-2}}{3 J \cdot E} \cdot l^3_{n-2} - \frac{p_{n-2}}{2 J \cdot E} \cdot l^2_{n-2} (l_{n-1} - l_{n-2}) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2$$

hieraus:

$$p_n = \frac{p_{n-1}\left\{2 l^3_{n-1} + 3 \cdot (l_{n-1} - l_{n-2})^3 + l^2_{n-2} \cdot (3 l_{n-1} - l_{n-2}) + 3 l_{n-2} \cdot (2 l_{n-1} - l_{n-2})(l_{n-1} - l_{n-2})\right\} - p_{n-2}\left\{3 l^2_{n-2} \cdot (l_{n-1} - l_{n-2}) + 2 l^3_{n-2}\right\}}{l^2_{n-1} \cdot (3 l_n - l_{n-1})} \quad . \; . \; (3$$

Durch Einsetzung von $x = l_{n-1}$ finden wir (Abb. 5):

$$f''_n = \frac{p_n}{2 J \cdot E}\left(l_n \cdot l^2_{n-1} - \frac{1}{3} \cdot l^3_{n-1}\right)$$

$$\text{oder } f''_n = \frac{p_n \cdot l^2_{n-1}}{6 J \cdot E} \cdot (3 l_n - l_{n-1}).$$

Die Senkung f'_n besteht aus zwei Teilen:

f_{n1}: der Ordinate der Tangente im Punkte (l_{n-1}, f''_n) wenn $x = l_n$, und:

f'_{n2}: der Senkung der Zuspitzung des n^{ten} Blattes auf die Länge $l_n - l_{n-1}$.

Die Neigung der Tangente ist für jeden Punkt der Biegungskurve:

$$a = \frac{p_n}{2 J \cdot E} \cdot (2 l_n \cdot x - x^2)$$

und im Punkte (l_{n-1}, f''_n):

$$a = \frac{p_n}{2 J \cdot E} \cdot (2 l_n \cdot l_{n-1} - l^2_{n-1}).$$

Die Gleichung der Tangente in diesem Punkte ist also:

$$y = f''_n + a \cdot (x - l_{n-1});$$

setzen wir hier $x = l_n$ dann folgt:

$$f'_{n1} = \frac{p_n \cdot l^2_{n-1}}{6 J \cdot E} \cdot (3 l_n - l_{n-1}) + \frac{p_n}{2 J \cdot E} \cdot l_{n-1} \cdot (2 l_n - l_{n-1})(l_n - l_{n-1}).$$

Die Gleichung der Biegungskurve für die Strecke von l_n bis l_{n-1} ist nach Gleichung 1: $y = \frac{p \cdot l}{2 J \cdot E} \cdot x^2$;

die Senkung f'_{n2} ist also: $f'_{n2} = \frac{p_n (l_n - l_{n-1})^3}{2 J \cdot E}$.

Unter Zuhilfenahme vorstehender Beziehung zwischen p_n, p_{n-1} und p_{n-2} können wir die Gröfse der Kräfte berechnen, welche am Ende jedes Federblattes angreifen müssen, um der Bedingung gleicher Durchbiegung des $n-1^{ten}$ und des n^{ten} Blattes bei den Stützpunkten des $n-1^{ten}$ Blattes zu genügen. Wir wählen dazu eine Feder nach Abb. 7, deren Abmessungen mit vielen Ausführungsformen übereinstimmen.

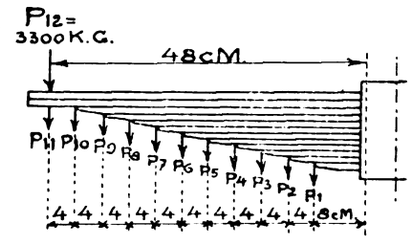


Abb. 7.

Geben wir n in Gleichung 3 die Werte 1, 2, 3 . . . . . usw. bis 12, so wird l_n aufeinanderfolgend 8, 12, 16 . . . . . usw. bis 48 cm, und es wird, wenn $p_1 = 1$ gesetzt wird:

$p_1 = 1.$	$p_5 = 1{,}670.$	$p_9 = 1{,}733.$
$p_2 = 1{,}429.$	$p_6 = 1{,}700.$	$p_{10} = 1{,}736.$
$p_3 = 1{,}575.$	$p_7 = 1{,}714.$	$p_{11} = 1{,}739.$
$p_4 = 1{,}642.$	$p_8 = 1{,}724.$	$p_{12} = 1{,}959.$

Wenn wir jetzt für p_{12} die wirkliche Belastung 3300 kg einführen, so sind die Kräfte an den Enden der Federblätter:

$p_1 = 1684$ kg.	$p_5 = 2827$ kg.	$p_9 = 2919$ kg.
$p_2 = 2407$ »	$p_6 = 2864$ »	$p_{10} = 2924$ »
$p_3 = 2653$ »	$p_7 = 2887$ »	$p_{11} = 2929$ »
$p_4 = 2766$ »	$p_8 = 2904$ »	$p_{12} = 3300$ »

Digitized by Google

Dieses Ergebnis zeigt, dafs bei der betrachteten Feder die Federbelastung nur teilweise von den Enden der Blätter fortgepflanzt wird, und dafs die Materialspannungen daher sehr verschieden ausfallen werden.

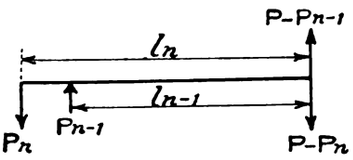


Abb. 8.

Die Belastungen des n^{ten} Blattes sind in Abb. 8 angegeben und man findet für das maximale Biegungsmoment an der Einspannstelle:

$$M_n = p_n \cdot l_n - p_{n-1} \cdot l_{n-1},$$

und für das Biegungsmoment am Angriffspunkte von p_{n-1}

$$M'_n = p_n \cdot (l_n - l_{n-1}).$$

Die betrachtete Feder ist aus Federstahl von 11,4 cm Breite und 1,3 cm Dicke angefertigt, ihr Widerstandsmoment ist:

$$W = \frac{11{,}4 \cdot 1{,}3^2}{6} = 3{,}21.$$

Wir sind jetzt imstande, die maximalen Spannungen s_n und die Spannungen s'_n in den Angriffspunkten von p_{n-1} zu berechnen und finden:

s_1	= 4220 kg/cm²		
s_2	= 4800 »	s'_2	= 3000 kg/cm²
s_3	= 4230 »	s'_3	= 3310 »
s_4	= 4010 »	s'_4	= 3450 »
s_5	= 3900 »	s'_5	= 3530 »
s_6	= 3840 »	s'_6	= 3580 »
s_7	= 3800 »	s'_7	= 3610 »
s_8	= 3800 »	s'_8	= 3630 »
s_9	= 3800 »	s'_9	= 3650 »
s_{10}	= 3700 »	s'_{10}	= 3660 »
s_{11}	= 3710 »	s'_{11}	= 3650 »
s_{12}	= 5550 »		

Die übliche Berechnung würde in der ganzen Feder eine Materialspannung von 4110 kg/cm² ergeben. Abb. 9 enthält

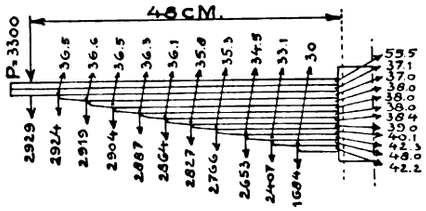


Abb. 9.

die berechneten Belastungen und die gefundenen Materialspannungen in kg/mm². Wir ersehen daraus, dafs durch die Abweichung von der Grundform in Abb. 1, welche die betrachtete Feder besitzt, starke Schwankungen in der Materialspannung an verschiedenen Stellen hervortreten. Ohne weiteres ist ersichtlich, dafs eine Besserung eintreten wird, wenn die Länge des Unterblattes ebenso lang gemacht wird wie die Abstufungen der folgenden Federblättern; hier also mufs $l_1 = \frac{l}{11}$ sein. In diesem Falle ist die Länge des zweiten Blattes $l_2 = \frac{2\,l}{11}$, des dritten Blattes $l_3 = \frac{3\,l}{11}$ usw. Wann aber wird auch Formel 3 für die Kräfte p_1, p_2, p_3 usw. gleich grofse Werte ergeben und werden die Materialspannungen in der ganzen Feder mit Ausnahmen des Oberblattes, überall unter sich gleich sein. Es entsteht dann eine Feder nach Abb. 10.

Wird nun mittelst Gleichung 3 die Belastung p_{12} berechnet, wenn $p_{11} = 1$ gesetzt wird und $l_n = 48$, $l_{n-1} = 48$, $l_{n-2} = 48 - \frac{48}{11}$, dann finden wir, dafs $p_{12} = 1{,}137\ p_{11}$.

Ist die Belastung der (halben) Feder $p_{12} = 3300$ kg, dann ist $p_{11} = p_{10} = p_9 = 2890$ kg. Die unteren 11 Lagen sind mit 2890 kg belastet und die Materialspannung ist deshalb, wenn die Feder aus Federstahl von 11,4 cm Breite und 1,3 cm Dicke angefertigt ist und also W = 3,21:

$$2890 \,.\, 48 : 11 \,.\, 3{,}21 = 3930 \text{ kg/cm}^2.$$

Das Oberblatt ist mit 3300 kg vermindert mit dem Auflagerdruck der unteren Federlagen, also mit 3300 − 2890 = 410 kg belastet. Die Materialspannung ist:

$$410 \,.\, 48 : 3{,}21 = 6130 \text{ kg/cm}^2$$

und gröfser als die Materialspannung in den unteren Lagen.

Wir haben nun dargelegt, dafs bei richtiger Form die unteren Federlagen einen Körper gleichen Widerstandes bilden, und dafs das Oberblatt als ein am Ende belasteter Trager zu betrachten ist. Die Durchbiegung des Oberblattes mufs ebenso grofs sein wie die Durchbiegung am Ende der unteren Lage und wir werden jetzt versuchen, die gröfste Materialspannung im Oberblatt ebenso grofs zu machen wie die Materialspannung in den übrigen Blättern.

Wenn die Belastung der (halben) Feder, aus n Lagen b × h und 1 Oberblatt b × H bestehend, = p ist und davon p' an die unteren Blätter übertragen wird, dann ist die Durchbiegung der Unterblätter:

$$f = \frac{p' \,.\, l^3}{2\,n\,J \,.\, E} = \frac{6\,p' \,.\, l^3}{n\,b\,h^3 \,.\, E}.$$

Die Durchbiegung des Oberblattes ist dann:

$$f = \frac{(p - p_1) \,.\, l^3}{3\,J \,.\, E} = \frac{4\,(p - p') \,.\, l^3}{b\,H^3 \,.\, E}.$$

Diese beiden Durchbiegungen müssen gleich grofs sein, also:

$$\frac{6\,p' \,.\, l^3}{n\,b\,h^3 \,.\, E} = \frac{4\,(p - p') \,.\, l^3}{b\,H^3 \,.\, E},$$

$$\text{oder } \frac{H^3}{h^3} = \frac{2\,n\,(p' - p)}{3\,p'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Die Materialspannung in den n unteren Lagen ist:

$$k_b = \frac{p' \,.\, l}{n\,W} \text{ oder: } k_b = \frac{6\,p' \,.\, l}{n\,b\,h^2}.$$

Im Oberblatt ist die Materialspannung:

$$k_b = \frac{6\,(p - p')\,l}{b\,H^2}.$$

Diese Materialspannungen sollen gleich grofs sein, also ist:

$$\frac{6\,p'\,l}{n\,b\,h^2} = \frac{6\,(p - p')\,l}{b\,H^2},$$

$$\text{hieraus } \frac{H^3}{h^3} = \frac{n\,(p - p')\,H}{p'\,h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Durch Zusammenstellung von Gleichung 4 und 5 hat man

$$\frac{2\,n\,(p - p')}{3\,p'} = \frac{n\,(p - p')\,H}{p'\,h}, \text{ oder } \frac{H}{h} = \frac{2}{3}.$$

Hiermit ist die Aufgabe, welche wir uns gestellt haben erfüllt, und wir ersehen, dafs eine Feder mit überall gleichen Materialspannungen entsteht, wenn die Dicke des Oberblattes zwei Drittel der Dicke der übrigen Federblätter beträgt. Aus der Berechnung geht hervor, dafs auch die Dicke von weiteren Blättern, welche man manchmal als Oberblätter hinzufügt, ebenso zwei Drittel der Dicke der Unterblätter sein mufs.

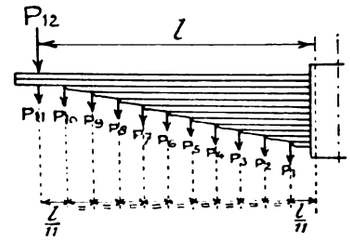


Abb. 10.

Bei Gebrauch von Federstahl von 13 mm Dicke für die Unterblätter mufs das Oberblatt eine Dicke haben von $^2/_3 \times 13 = 9$ mm. Wenn die Feder in Abb. 10 diesen Grundsätzen gemäfs ausgeführt wäre, würde die Durchbiegung der 11 Unterlagen, belastet mit p' kg sein:

Digitized by Google

$$f = \frac{p' \cdot l^3}{2\,n\,J \cdot E}, \quad f = \frac{p' \times 48^3}{2 \times 11 \times \frac{11{,}4 \times 1{,}3^3}{12} \times 2\,300\,000}$$

oder $f = 0{,}00105\,p'$.

Die Durchbiegung des Oberblattes, belastet mit $(p - p')$ ist:

$$f = \frac{(p-p') \cdot l^3}{3\,J \cdot E}, \quad f = \frac{(p-p') \times 48^3}{3 \times \frac{11{,}4 \times 0{,}9^3}{12} \times 2\,300\,000}$$

$$f = 0{,}0231\,(p - p').$$

Die folgende Gleichung ist zu erfüllen

$$0{,}00105\,p' = 0{,}0231\,(p - p')$$

oder $p = 1{,}045\,p'$.

Ist die Federbelastung $p = 3300$ kg, dann ist $p' = 3300 : 1{,}045 = 3160$ kg. Das Oberblatt ist am Ende belastet mit $3300 - 3160 = 140$ kg.

Die Materialspannung im Oberblatt ist

$$\frac{140 \times 48}{\frac{11{,}4 \times 0{,}9^2}{6}} = 4360 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Materialspannung in den Unterblättern ist:

$$\frac{3160 \times 48}{3{,}21 \times 11} = 4300 \text{ kg/cm}^2.$$

Praktisch sind diese Spannungen einander gleich, der Unterschied ist darauf zurückzuführen, dafs 9 mm nicht genau $^2/_3 \times 13$ ist.

Wenn man nun noch, in Übereinstimmung mit der Form, welche wir für die Zuspitzung des Federendes fanden, die Dicke des Oberblattes an der Stelle des Federgehänges, $^2/_3$ macht von der Dicke in der Mitte, so ist auch die Krümmung die gleiche wie diejenige der Unterblätter.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

Lokomotivbestellungen in Amerika im Jahre 1925.

Unter den im Jahre 1925 in Amerika bestellten Lokomotiven befinden sich als neue Gattungen eine 1 D 2, eine 2 E 1 und eine 1 E 2 Dampflokomotive, die durch ihre Ausstattung mit Feuerbrücken, Überhitzer und Speisewasservorwärmer von der Bemühung Zeugnis ablegen, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Um das für die gröfseren Kessel notwendige Gewicht anderweitig zu sparen, wurden die Zylinder aus Gufsstahl hergestellt. Im Jahre 1924 führte das Bedürfnis für einen Kesseldruck von 24 at zum Bau von Kesseln mit Wasserröhrenfeuerbüchsen; im vergangenen Jahr wurden bei den neuen Lokomotiven Kesseldrücke von 16 bis 17½ at gewählt. Unter Hinweis auf die in München ausgestellte Lokomotive mit 60 at Kesseldruck wird ein Fortschritt des amerikanischen Lokomotivbaues in der Anwendung gleich hoher Drücke erwartet. Der Fassungsraum der Tender hat 54 bis 67,5 m³ Wasser, 20 t Kohlen und 22,5 m³ für Rohöl als Brennstoff erreicht.

Der Bau von Diesellokomotiven umfafst Gattungen von 300 bis 600 PS, die Baldwin-Lokomotivwerke haben Erfahrung im Bau und Betrieb von 1000 PS-Diesellokomotiven. Für Verschiebebewegungen haben solche Lokomotiven bei geringer Geschwindigkeit gute Dienste geleistet; für den schweren Streckendienst mufs für den Bau von Diesellokomotiven schrittweise vorgegangen werden. Man rechnet damit, dafs im günstigsten Falle in etlichen Jahren Diesellokomotiven entstehen werden, die mit Bezug auf Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit Vergleiche mit den modernen Dampflokomotiven aufnehmen können.

Die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Jahre 1925 bestellte Zahl von Lokomotiven betrug nur 1055 (1924: 1413; 1923: 1944; 1922: 2600); hierzu kommen noch 10 für Canada und 209 für die Ausfuhr, so dafs insgesamt 1274 Lokomotiven in Auftrag gegeben wurden. Infolge Überschreibung beim Jahresende gelangten im Jahre 1925 zur Ablieferung für die Vereinigten Staaten 994 und für die Ausfuhr 291, zusammen 1285 Lokomotiven.

In keinem Monat war die Zahl der Aufträge zufriedenstellend; nur in vier Monaten überschritt die Zahl 100 Stück, in fünf Monaten erreichte sie nicht einmal 50 Stück; der beste Monat war der Dezember mit 216 Stück. Es mufs beigefügt werden, dafs im Oktober, dem stärksten Betrieb der Bahngesellschaften, etwa 4500 Lokomotiven kalt betriebsbereit hinterstellt waren. Als Grund hierfür glaubt man lange Lokomotivläufe, gröfsere Zugslast und erhöhte Geschwindigkeit annehmen zu müssen.

Für das vergangene Jahr wird zum ersten Mal nach Dampflokomotiven, elektrischen und Diesellokomotiven ausgeschieden; die Gesamtbestellungen betrugen 1220 Dampflokomotiven, 40 elektrische und 14 Dieselelektrische Lokomotiven. Ru.

Railway Age 1926, 1. Halbj, Nr. 1.

Fliefsarbeit im Wagenbau.

Die Wolvertonwerke der London Midland & Scottish Railway haben für den Bau von Personenwagen und gedeckten Güterwagen zur Ersparnis von Arbeitszeit, Fliefsarbeit eingeführt. Die Arbeit beginnt im äufserst geräumigen Fristbüro, an dessen Wänden auf den Fristtafeln der Fertigungsfortschritt der Teilarbeiten bis zum Aufbau der Wagen dargestellt wird.

Die Bauteile der Wagen werden ausgeschieden nach Rahmen und Drehgestellen, fertigen Holzteilen für die Kasten und Ausstattungsteilen. Für eine oder mehrere dieser Gruppen überwacht ein Beamter die rechtzeitige Anlieferung der einzelnen Teile, indem er den Gang der Bauteile durch das ganze Werk verfolgt und auf den Fristtafeln vermerkt. Die Bauteile sind auf diesen Tafeln links in je einer Zeile mit verschiedenen Farben derart eingetragen, dafs die Gesamtzahl der Personen- oder Güterwagen oder Rahmen und Drehgestelle für die die Teile ausreichen, durch die Länge einer Linie dargestellt wird. Ein lotrechter Faden über der Tafel gibt die zu einem gewissen Zeitpunkt fertigen Fahrzeuge an; die Länge der Linien rechts von diesem Faden zeigt die Zahl der über den augenblicklichen Bedarf fertigen Bauteile an. Wird festgestellt, dafs die Fertigung eines Bauteiles in Rückstand zu geraten droht, so wird eine blaue Fahne auf die Fristtafel aufgesteckt und eine rote Fahne mit der Abteilungsnummer, wenn der Rückstand den Arbeitsfortschritt hemmt. Zur Beseitigung der Hemmnisse ist angeordnet, dafs jeder Meister täglich einmal sich im Fristbüro an der ihn betreffenden Tafel vom Arbeitsfortschritt unterrichtet.

Zur Vermeidnng von unwirtschaftlichen Förderwegen ist die Aufstellung der Arbeitsmaschinen und Arbeitsplätze derart angeordnet, dafs die Werkstoffe die Arbeitsgruppen ohne Rücklauf bis zur Vollendung zum Bauteil durchlaufen. Statt Bauteile zur Lackiererei zu senden, werden Maler in verschiedenen Werkstätteabteilungen verwendet. Eine Anzahl Tischler und Polierer werden in einem Teil der Aufbauhalle beschäftigt, um die vollkommen fertigen Türen einzubauen.

Das für die Personenwagen im Werk verwendete (Teak-, Eichen-, Jarrah-, Mahagoni- und Fichten-) Holz wird teils in Stämmen, teils in Form von Brettern beschafft und für die Aufbauhallen nach Mafsen und Lehren bearbeitet. Nur schwere Hölzer werden vorgezeichnet; die Benützung von Lehren und genau eingestellten Maschinen für das Schlitzen, Zapfen, Abplatten, Fügen, Kehlen und Bohren erzielt genaue und billige Arbeit. Die mit den erforderlichen Mefsvorrichtungen ausgerüstete Arbeitsprüfung bürgt dafür, dafs alle Teile ohne Nachbearbeitung passen. Die Dachbögen aus Eschenholz werden nach Erhitzung in Dampf auf besonderen Vorrichtungen nach Mafs gebogen. Sämtliche Türen und Fenster sind auswechselbar; alle Holzteile werden mit Prefsluft zusammengebaut.

Die Teile für die gepolsterten Sitze und Lehnen werden den Sattlern auf Förderanlagen abgelängt zugeführt und durchlaufen auf langen Bänken der Reihe nach die verschiedenen Arbeitsvorgänge. In gleicher Weise gelangen die im Werk gegossenen, teils versilberten und polierten Messingbeschläge und elektrischen Beleuchtungsausrüstungen zur Aufbauhalle.

Für die 17,4 m langen Drehgestellwagen I./III. Klasse werden folgende Bauabschnitte unterschieden: 1. Auflegen des von der Schreinerei fertigen, aus zwei Teilen bestehenden Bodenrahmens und Befestigung am Untergestell, Einfügen der Bodenbretter und Verbindungen für die Abteilwände. Einbau der fertigen Stirnwände.

Digitized by Google

Aufbau der einmal gestrichenen Seitenwände in vier Teilen, Einbringen der Abteilwände. Zusammenpressen des Kastens mit selbsttätigen Schraubenvorrichtungen. 2. Aufbau der Dachbögen und eisernen -Winkel, Anbringen der Dachbretter und Decken und Anstrich mit Bleifarbe, Befestigung der Endbögen und Kämpfer und inneren Dachverschalung und Verlegen der elektrischen Leitungen. 3. Einbau der fertigen Türen, Streichen der Dachverschalung, Befestigung der Lüfter, Schlösser, Handgriffe, Faltenbälge und Aborte, Anbringung der elektrischen Beleuchtungskörper. 4. Einbau der Türpuffer und -Führungen und der Klosetbeschläge. Dritter und vierter weifser Anstrich der Dachverschalung, zweiter Bleianstrich des Wagenkastens und Spachteln. 5. Einbringen der Seitengang- und Klosetfüllungen und der Fensterbeschläge, Spachtelanstrich und Schleifen. 6. Einhängen der Schiebetüren und Endtüren, Einbau der Abteilverschalungen und Kehlleisten, der Heizkörper, Auslegen von Linoleum; dritter und vierter Anstrich des Wagenkastens. 7. Anbringen der Sitzrückwände, der Gepäcknetze, Oberlichte, Sitze und Tische; Anstrich unter den Sitzen und Heizkörpern. 8. Schleifen des Wagenkastens und erster Bleianstrich, Anbringen der Fufstritte und Verbringen des Wagens zur Lackiererei.

Nach Anbringung der Beleuchtungskörper werden die Kabel an die Werkstätteleitung angeschlossen, um für die Arbeiter im Inneren des Wagens Licht zu schaffen. In der Aufbauhalle sind um die Wagen herum feste Rampen in verschiedener Höhe angebracht, um das Arbeiten an Seitenwänden und Dächern zu erleichtern.

Das Formeisen für die Drehgestelle und Untergestelle, das in einem Teil der Werkstatt lagert, wird auf Spezialmaschinen gerade gerichtet und auf die erforderlichen Längen geschnitten; die Gestelle werden auf Böcken zusammengebaut. Hier werden schon Bremsgestänge, Luftbremsleitungen, Dampfheizrohre und Kabelrohre für die elektrische Beleuchtung eingebaut.

Für die Instandhaltung der aus dem Betrieb genommenen Fahrzeuge werden nach gleicher Arbeitsweise drei lange oder fünf kurze Wagen nach folgenden Arbeitsabschnitten gleichzeitig in Arbeit genommen: 1. Entfernung der Türen, Schlösser, Handgriffe und Füllungen, der Gepäcknetze, Jalousien und Beschlagteile; Abbrennen der Farbe. 2. Wiederanbringen der abgenommenen und ausgebesserten Teile und Polieren oder Streichen. 3. Schlösser, Handgriffe und Oberlichter werden wieder eingebaut. Alle Holzteile innen werden zweimal lackiert, der Wagenkasten aufsen zweimal gestrichen. 4. Anbringung der Messingteile, Sitze, Rücklehnen. Der Wagen wird mit vier Schleifanstrichen versehen und in die Lackiererei zur Vollendung des Anstriches verbracht. — Sechs Mann haben alles Holz, Füllungen und sonstige abgenommenen Holzbauteile für den Wiedereinbau am Ort der Wagen instandzusetzen.

Derzeit wird nach etwas mehr als einer Arbeitsstunde je ein bedeckter Güterwagen fertiggestellt. Durch Vermehrung der Arbeitskräfte und Änderung in der Herstellungsweise könnte diese Zeit auf fast die Hälfte vermindert werden. Alle Güterwagenteile erhalten vor dem Zusammenbau zwei Anstriche und nach dem Aufbau zwei weitere Farbüberzüge, deren letzterer über Nacht für die Beschriftung genügend trocknet. Mit Ausnahme der Achsbüchsen und Puffergehäuse werden alle Teile im Werk hergestellt und mit Eisenmennig gestrichen. Die Formeisen unterliegen der gleichen Behandlung wie bei den Personenwagen. Der Zusammenbau der Untergestelle geschieht auf Böcken und zwar mit den Achshaltern nach oben. Das Wenden der fertigen Gestelle und Einlassen auf die vorbereiteten Achsen wird mit Hilfe eines Krans vorgenommen. Nachdem die Kastenträger und Zugvorrichtungen eingebaut sind, werden die Kastenwinkel aufgebaut und gestrichen, das Bremsgestänge und die Puffer angebracht.

Der Wagenkasten wird aus den vorbereiteten Böden, Stirnwänden, halben Seitenwänden, Dächern und Türen aufgebaut, die alle bereits doppelten Anstrich erhielten. Fünf Wagen werden in dieser Reihenfolge gleichzeitig bearbeitet und gelangen nach Anstrich und Beschriftung einzeln zum Auslauf. Auch für die Güterwagen sind um die zu erbauenden Fahrzeuge feste Rampen von verstellbarer Höhe angebracht, um das Arbeiten an den Seitenwänden oder Dächern schneller und zuverlässiger zu gestalten.

Durch die Fliefsarbeit im Wagenbau wird der doppelte Auslauf gegen früher erreicht und geringere überbaute Fläche im Werk benötigt. Ru.

The Railway Engineer 1925.

Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz.

Die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen hat nach den Betriebserfahrungen des Jahres 1924 neuerlich Bericht über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes an den Verwaltungsrat erstattet*). Das Jahr 1924 eignete sich insofern gut zu solchen Überlegungen als es zum erstenmal wieder die gröfste Vorkriegsverkehrsstärke (1913) aufwies. Die angestellten Untersuchungen stützen sich auf den Begriff des Paritätskohlenpreises**). Der Paritätskohlenpreis p ist dargestellt als Quotient der Differenz des Aufwandes in Fr. für elektrischen und Dampfbetrieb und der jährlich verbrauchten Kohlenmenge.

Die Aufwendungen sind wie folgt unterteilt:

Elektrischer Betrieb	Fr.	Dampfbetrieb	Fr.
Eigentliche Betriebsausgaben für Kraftwerke, Unterwerke und elektrische Leitungen	4 950 000	—	—
Kosten bezogener elektrischer Energie, abzüglich Erlös aus Energieverkauf . .	600 000	—	—
Ausgaben für Fahr-, Zug- und Depotpersonal und für die Unterhaltung von Triebfahrzeugen und Anhängewagen . .	23 157 000	Die gleichen Ausgabearten	32 305 000
—	—	Kohlentransport von der Landesgrenze bis auf den Tender und Speisewasser . . .	5 136 000
—	—	Mehrkosten der Bahnunterhaltung . . .	390 000
Verzinsung u. Tilgung des Elektrifikationsanlagekapitals einschliefslich der Lokomotiven	38 178 000	Verzinsung u. Tilgung des Anlagekapitals der Dampflokomotiven	4 260 000
Summe:	66 885 000	Summe:	42 091 000

Der Kohlenverbrauch k betrug 480 000 t im Jahre 1924. Der Paritätskohlenpreis errechnet sich also zu

$$p = \frac{66\,885\,000 - 42\,091\,000}{480\,000} = 51{,}70 \text{ Fr./t Kohle}$$

ohne die Bundessubvention. Mit der Bundessubvention stellt er sich nur auf 45,30 Fr./t Kohle.

Bei der diesmaligen Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Personalersparnis der Zugbegleitung und der Wagenreinigung beim elektrischen Betrieb besonders berücksichtigt.

Für die Schweiz, die die Kohlen im Auslande kaufen mufs, ist die Frage der Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes in hohem Mafse vom Kohlenpreis ab Grenze abhängig. In der Abhandlung wird weiter gezeigt, dafs die jetzt elektrifizierten Strecken (nachdem die Teuerung der Nachkriegszeit gemildert ist) bereits billiger elektrisch betrieben werden können, sofern der Kohlenpreis nicht 30,50 Fr. unterschreitet. Es wird ferner errechnet, dafs bei einem nur um 10% gesteigertem Verkehr im Jahre 1929 und unter Zugrundelegung des bis dahin auf 1566 km erweiterten elektrifizierten Netzes rund 3 Millionen Fr. durch den elektrischen Betrieb gespart bleiben, wenn ein mittlerer Kohlenpreis von 45 Fr. angenommen wird. Nach neueren Ermittlungen wird das Elektrifikationskapital mit 680 Millionen Fr.

*) Siehe auch Schweizerische Bauzeitung 1925, 12. Dezember, Seite 297 von W. Kummer.

**) Siehe auch Schweizerische Bauzeitung 1924, 25. Oktober, Seite 208.

Digitized by Google

angegeben und könnte nach obigem, in 30 bis 35 Jahren getilgt werden ohne das Geschäftsergebnis zu verschlechtern.

Dipl. Ing. Homolatsch,

20 t-Wagen bei der englischen Grofsen Westbahn.

Bei den englischen Eisenbahnen herrscht bekanntlich heute noch der kleine Güterwagen vor; der Grund dafür ist in den kurzen Versandentfernungen und in den kleinen Versandmengen zu suchen. Unter diesen Umständen sind die Anstrengungen besonders bemerkenswert, die die Grofse Westbahn macht, um den Kohlenverkehr zwischen den Zechen und den Häfen von Südwales, der bis vor kurzem allgemein mit Wagen von 10 und 12 t Ladefähigkeit bedient wurde, auf die Benutzung eines Regelwagens für 20 t Ladung umzustellen, eine Mafsnahme, deren einschneidende Bedeutung man erkennt, wenn man bedenkt, dafs von den 50 Millionen Tonnen Frachtgut, die in jener Gegend jährlich mit der Eisenbahn befördert werden, 40 Millionen Ausfuhrkohle sind. Die Grofse Westbahn benutzte schon seit Jahren für ihre Dienstkohle 20 t-Wagen und hatte richtig erkannt, dafs der Kohlenverkehr zwischen Zeche und Hafen, in dem voll beladene Wagen in geschlossenen Zügen laufen, das gegebene Gebiet für einen Grofsraumgüterwagen ist.

Der neue 20 t-Wagen der Grofsen Westbahn hat das zweiachsige Untergestell nach der im Jahre 1924 von den englischen Eisenbahnen angenommenen Regelform. In Zukunft soll von dieser Bauart insofern abgewichen werden, als der Wagen mit einer von beiden Seiten zu bedienenden Verschiebebremse ausgestattet wird, wie sie bei der Grofsen Westbahn schon immer üblich gewesen ist. Der Aufbau des 20 t-Wagens, für den die Vorschriften des Railway Clearing House einigen Spielraum lassen, ist zwischen den Bufferbohlen 6,55 m lang und im ganzen 2,6 m breit; der Radstand beträgt 3,66 m, die Gesamthöhe 2,64 m. Die Abmessungen sind unter Zugrundelegung des Gewichts der Kohle von Wales berechnet, von der 1,15 cbm auf 1 t gehen; sie ist schwerer als diejenige von Mittel- und Nordengland, so dafs die Wagen niedriger sein können, als sie in jenen Gegenden bei gleicher Ladefähigkeit sein müfsten.

Die 20 t-Wagen sind ganz aus Eisen gebaut. Sie wiegen 9,6 t; zwei der sonst üblichen 12 t-Wagen haben ein Gewicht von 14 t, so dafs bei ihnen auf 20 t Ladung 11,65 t tote Last entfallen. Ein Zug mit 600 t Kohle braucht bei 20 t Wagen eine Gleislänge von 224 m; die entsprechende Länge bei Wagen für 12 t und 10 t Ladung ist 297,4 m und 329,4 m, so dafs die Ersparnis an Gleislänge bei Verwendung von 20 t-Wagen 24,6 und 31,9 v. H. beträgt. Es kann also entweder ein entsprechender Betrag an den Anlagekosten der Gleise gespart werden oder ihre Aufnahmefähigkeit ist bei gleichbleibender Länge um dasselbe Mafs erhöht.

Die drei soeben miteinander verglichenen Züge wiegen bei Verwendung von 10 t-Wagen 969 t, bei 12 t-Wagen 950 t, bei 20 t-Wagen 888 t. Ihre tote Last verhält sich wie 100 : 95 : 82; der Übergang vom 12 t-Wagen zu demjenigen mit 20 t Tragfähigkeit bringt also, wie zu erwarten, erheblich gröfsere Vorteile als der Übergang von 10 t zu 12 t. In demselben Mafse wie die Gesamtlast geht aber auch der Bedarf an Zugkraft zurück, soweit die Beförderung des vollen Zuges in Frage kommt. Im Verhältnis der toten Lasten wird aber bei Rückbeförderung der leeren Wagen an Zugkraft gespart, und dieses Verhältnis ist noch günstiger als dasjenige der Gesamtlasten. Dem verringerten Bedarf an Zugkraft entspricht aber ein in demselben Mafse verringerter Verbrauch von Kohle oder umgekehrt: es können mit der gleichen Menge Lokomotivkohle gröfsere Mengen Kohle von der Zeche zum Hafen befördert werden. Dabei liegt der Einwand nahe, dafs der 10 t- und der 12 t-Wagen freizügig sind, während der 20 t-Wagen nur für seinen Sonderzweck benutzt werden kann, so dafs aber nur bei diesem eine Leerfahrt in Frage kommt. Das mag im allgemeinen zutreffen, nicht aber für den vorliegenden Fall; denn auch die Wagen mit 10 t und 12 t Ladefähigkeit sind zum grofsen Teil Privatwagen, nur für den Kohlenverkehr bestimmt und müssen mit wenigen Ausnahmen den Rückweg leer zurücklegen.

Zu der eben dargelegten Ersparnis an Zugkraft und damit an Kohle kommen noch andere Vorteile des 20 t-Wagens. Die Verschiebebewegung der Züge in den Hafengleisen erfordern kürzere Wege. Wenn den Kippern verschiedene Sorten Kohlen zum Mischen zugeführt werden sollen, so bedarf es hierzu einer geringeren Anzahl von Wagen. Die Zusammenstellung der Leerzüge für die verschiedenen Zechen geht schneller vor sich usw.

Die genannten Vorzüge des 20 t-Wagens kommen an erster Stelle der Eisenbahngesellschaft zu gute. Die Grofse Westbahn hat es aber für richtig befunden, an den Ersparnissen, die sie dabei erzielt, auch die Versender, zu deren Lasten die Beförderung vor sich geht, teilnehmen zu lassen. Sie gewährt für Kohle, die in 20 t-Wagen befördert wird, einen Frachtnachlafs von 5 v. H. und ermäfsigt die Gebühren für das Verwiegen und Auskippen im Hafen um ein und einen viertel Penny die Tonne.

Zu dieser Ersparnis an Fracht und Hafengebühren kommt aber für den Verfrachter noch ein weiterer Vorteil, nämlich, da es sich im wesentlichen um die Beförderung von Kohle in Privatwagen handelt, die geringeren Anschaffungskosten für den 20 t-Wagen. Dieser Vorteil kommt dem Verfrachter auch dann zugute, wenn er den Wagen nicht selbst beschafft, sondern ihn von einer Wagenverleihanstalt ermietet, denn er braucht dann auch bei dieser nur ein geringeres Anleihekapital zu verzinsen und zu tilgen. Ein 20 t-Wagen, wie er jetzt bei der Grofsen Westbahn läuft, kostet in England 280 £, ein 10 t-Wagen 180 £. Auf das gleiche Ladegewicht von 20 t bezogen, bedeutet also die Beschaffung eines 20 t-Wagens gegenüber den Kosten für zwei 10 t Wagen eine Ersparnis von 22 v. H. Ebenso sind die Unterhaltungskosten für einen 20 t-Wagen, die in dem hier behandelten Falle der Versender auch tragen mufs und die zu 19 £ im Jahre angegeben werden, ungefähr in demselben Verhältnis niedriger als die Unterhaltungskosten für zwei Wagen zu 20 t.

Natürlich können die Zechenbesitzer nicht ihre kleinen Kohlenwagen auf einmal abschaffen, aber aus den vorstehenden Darlegungen geht deutlich hervor, dafs sie von der Einstellung von 20 t-Wagen, wenn ihr Park an kleinen Wagen erneuerungsbedürftig wird, sehr erhebliche Vorteile haben.

Die vorstehenden Gedankengänge sind dem deutschen Fachmann, der sich mit dem Kohlenversand und dem Bau der dazu bestimmten Wagen zu beschäftigen hat, nicht fremd; im Gegenteil, er hat sie schon weiter durchgedacht, und ist zu der Überzeugung gekommen, dafs für die Verkehrsbeziehungen, für die Grofsraumgüterwagen in Frage kommen, ein Mafs der Ladefähigkeit von 40 bis 50 t dasjenige ist, das die gröfsten Vorteile bietet. Dieser Erkenntnis hat sich der englische Fachmann nicht verschlossen, auf dessen Darlegungen sich die gegenwärtige Schilderung stützt; der Assistent für Häfen des Maschinenoberingenieurs der Grofsen Westbahn, J. Auld, hat in einem Vortrag vor dem Institute of Transport, einer Gesellschaft zur wissenschaftlichen Untersuchung von Verkehrsangelegenheiten, die Frage aufgeworfen, warum man mit der Ladefähigkeit nicht weiter geht, und führt dabei als Beispiel den 40 t-Wagen an. Er kommt bei Erörterung dieser Frage zu dem Ergebnis, dafs eine Ladefähigkeit von 20 t das äufserste Gewicht sei, das von zwei Achsen noch getragen werden kann, namentlich auch mit Rücksicht auf den Radstand und die Beschaffenheit der Gleisanlagen in den Zechen. Aufserdem verspricht er sich, weil der 40 t-Wagen Drehgestelle haben mufs, von ihm keine wesentliche Verbesserung. Ein solcher Wagen würde leer etwa 18,7 t wiegen und 14 m über die Puffer gemessen lang sein. Ein Zug mit 600 t Ladung, der also 15 Wagen enthalten müfste, würde im ganzen 880 t, also kaum 1 v. H. weniger als der Zug aus 30 20 t-Wagen wiegen. Auch die Beschaffungskosten, bezogen auf die Lasteinheit, würden wegen der verwickelteren Bauart, die die Drehgestelle bedingen, höher sein. Die Verminderung der Zuglänge würde auch nur 6 v. H. ausmachen. Im grofsen ganzen könnte also die wirtschaftliche Seite der Frage die Einführung eines 40 t-Wagens nicht rechtfertigen, und gar eine Überschreitung dieses Mafses, also die Einführung eines Wagens von 60 t oder gar 80 t Ladefähigkeit, Gewichte, die bekanntlich in den Vereinigten Staaten noch bei weitem nicht die obere Grenze darstellen, wäre nur unter grundlegenden Änderungen im Bau und Betrieb der englischen Eisenbahnen möglich. Der 20 t-Wagen wird daher als der zweckmäfsigste für den englischen Kohlenverkehr angesehen.

Um die 20 t-Wagen einführen zu können, mufsten übrigens auch die Verladeanlagen in den Häfen und damit im Zusammenhang stehende Anlagen, wie Drehscheiben, Gleiswagen usw. zu einem grofsen Teil erneuert werden.

Wernekke.

Digitized by Google

Buchbesprechungen.

Professor G. Lomonossoff: Lokomotiv-Versuche in Rufsland. V. D. I.-Verlag G. m. b. H, Berlin 1926. Preis 42 ℳ.

Professor Lomonossoffs Lokomotivversuche sind häufig in der Literatur erwähnt worden, jedoch konnte immer nur auf einige Besonderheiten hingewiesen werden; die Versuche selbst blieben unbekannt. Dieser oft empfundene Mangel ist nun durch das vorliegende Buch behoben. Es wird allen denen eine wahre Fundgrube sein, die Lokomotiven nicht nach Zunftregeln bauen, sondern die Grundlage der Bauart erkennen wollen. Gerade jetzt, wo auf allen Gebieten des Lokomotivbaues das Streben nach gröfserer Wirtschaftlichkeit einsetzt, ist die gründliche Aufdeckung der inneren Zusammenhänge von gröfstem Wert.

Das Buch zerfällt in folgende Abschnitte: I. Zweck und Art der Versuche. Der Verfasser ist aus seinen früheren Veröffentlichungen dafür bekannt, dafs er an alle Fragen streng wissenschaftlich herantritt. Also ist der Zweck die wissenschaftliche Untersuchung der Lokomotive und nicht nur das Erkennen von Mängeln und der für den Betrieb wichtigen Eigenschaften. Das erfordert vollkommene Mefs-Einrichtungen, einen zahlreichen geschulten Stab von Mitarbeitern, geeignete Strecken und systematische Behandlung der Versuchswerte; kurz Organisation und Geld. Erstere stellte Professor Lomonossoff, letzteres der Staat, der eingesehen hatte, dafs die aufgewendeten Mittel sich durch Betriebsersparnisse schnell bezahlt machen.

Abschnitt II gibt eine kurze Entwicklungsgeschichte und Beschreibung der untersuchten zehn Grundtypen mit ihren Abarten. Die Mannigfaltigkeit ist überraschend; man findet alle damaligen Achsanordnungen, alle Arten der Dampfausnutzung, alle Arten des Brennstoffs. Die Lokomotiven sind von verschiedenen Fabriken auch in allen Einzelheiten verschiedenartig ausgebildet. Wir finden gute und schlechte Lokomotiven, wie z. B. die alte Normalpersonenzuglokomotive 1 C - 2 v bei der im Niederdruckteil der Schieberspiegel so dicht über dem Zylinder lag, dafs durch Austrittdrosselung die günstigste Geschwindigkeit auf 45 km/Std. herabgezogen wurde; daneben die D - h 2 v Güterzuglokomotive der Armawir-Tuapsebahn, die bei 420° Dampftemperatur seit 1912 den Rekord des Dampfverbrauchs mit 6,0 kg/PSi-Std. hält.

Im Abschnitt III wird an dem Beispiel der E - h 2 Güterzuglokomotive das ganze Mefsverfahren und die Ausmittelung der Versuchsergebnisse beschrieben, wobei restlos jede Frage beantwortet wird, die der Lokomotivbauer stellen kann. Zum Beispiel sei erwähnt, dafs auch der Einflufs der Regleröffnung auf den Dampfverbrauch untersucht worden ist. Man erkennt, dafs alle Regler zu grofs und zwei alte Regeln wohl begründet sind: grofse Schieberkästen, kleine Regler und ferner: je nässer der Dampf und je geringer die Geschwindigkeit, um so mehr mufs man drosseln.

Die wichtigsten Ergebnisse mit den übrigen Lokomotivtypen werden im IV. Abschnitt gebracht. Erwähnt sei beispielsweise: die Untersuchungen über den Einflufs der Steuerung und des Feuergewölbes decken sich mit denen des Eisenbahn-Zentralamtes. Gleichstrom gibt mit und ohne Überhitzung ähnliche Ergebnisse wie zweistufige Dehnung. Erschütternd sind die Ergebnisse der C + C - h 4 v Malletlokomotive, deren günstigste Geschwindigkeit bei 10 km/Std. liegt. Allerdings ist zu beachten, dafs die untersuchte Lokomotive zu einer Lieferung gehört, deren Niederdruckzylinder gegen den Rat des Berichters von 710 auf 770 mm vergröfsert worden waren.

Wie die gewonnenen Erkenntnisse für den praktischen Eisenbahnbetrieb verwertet wurden zeigt Abschnitt V. Nachdem für jede Lokomotivtype die beste Arbeitslage mit der besten Regelung (Füllung und Regleröffnung) erkannt worden war, mufste aus Streckenprofil und Zugwiderstand für eine gegebene Zuglast der Fahrplan aufgestellt werden. Demnach beschäftigt sich dieser Abschnitt mit Widerständen, auch mit sonst wenig bekannten z. B.: bei geschlossenem Regler; Einflufs der Beladung auf den Güterwagenwiderstand. Dazu gehört auch die Ermittlung des Lokomotivwiderstandes, damit aus den gemessenen Zugkräften in den Zylindern und am Haken die am Radumfang wirkende berechnet werden kann. Schliefslich lernen wir noch interessante Verfahren zur Berechnung der Fahrzeiten kennen.

Die wissenschaftliche Behandlung des reichen Stoffes durch einen Praktiker des Eisenbahnbetriebes macht das Buch besonders reizvoll. Jede Behauptung wird durch Diagramme erwiesen, deren Zahl sich auf etwa 600 beläuft. Die Lokomotivliteratur hat eine äufserst wertvolle Bereicherung erfahren. F. Meineke.

Rahmenformeln. Gebrauchsfertige Formeln für einhüftige, zweistielige, dreieckförmige und geschlossene Rahmen aus Eisen- oder Eisenbetonkonstruktion nebst Anhang mit Sonderfällen teilweise und ganz eingespannter sowie durchlaufender Träger von Prof. Dr. Ing. A. Kleinlogel, Privatdozent an der Technischen Hochschule Darmstadt. 689 Rahmenfälle mit 1350 Abbildungen. Fünfte neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin 1925. Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn. Preis: geheftet 18,00 R. M. gebunden 19,50 R. M.

Die Tatsache, dafs die „Rahmenformeln" des bekannten Verfassers seit 1914 schon fünf Auflagen erlebt haben, ist der beste Beweis dafür, wie geeignet sie sind, die Forderungen unserer schnellbauenden Zeit nach rascher Entwurfsarbeit zu erfüllen. Genaue Beachtung der rechnerischen Voraussetzungen und Klarheit über die Auswirkung etwaiger mit diesen Annahmen nicht übereinstimmender Entwurfsgrundlagen sind natürlich Vorbedingung für eine ersprieſsliche Benutzung der Formelsammlung. Erfahrenen Entwerfern, die die rechnerischen Grundlagen beherrschen, ist das Buch ein wertvolles Hilfsmittel. Um allzu willkürlichen Anwendungen vorzubeugen, wäre es zweckmäfsig, der nächsten Auflage noch einige einführende Bemerkungen über die Fehleranteile bei Abweichungen der tatsächlichen Trägheitsmomente von den rechnerischen und über die Wirkung von Eckverstärkungen (Vouten) auf Schubkraft und Momente beizugeben. Der Einflufs solcher Abweichungen von den theoretischen Voraussetzungen wird vielfach unterschätzt.

Aufser einem jedem Kapitel beigefügten Zahlenbeispiel wurden bei den Rahmenformen mit wagrechtem Riegel Einflufslinien für die Eckmomente und Auflagerkräfte, ferner Spitzenkurven der Einflufslinien für die Riegelquerschnitte und mehrere wichtige Belastungsfälle neu aufgenommen. Druck und Ausstattung des Buches sind vorzüglich. Schönberg.

Zur Leistung von Streckengleisen und Bahnsteiggleisen. Technisch-wirtschaftliche Bücherei. Verlag Guido Hackebeil, Berlin.

In der Abhandlung, die einen Sonderdruck der Verkehrstechnischen Woche bildet, wird von Professor Dr. Ing. W. Cauer die Frage der Belegung und Zahl der benötigten Bahnsteiggleise einer Station behandelt. Ausgehend vom Leistungsgrad eines Streckengleises, d. h. von dem Verhältnis zwischen den tatsächlich innerhalb 24 Stunden verkehrenden Zügen und dem Vierundzwanzigfachen der Stunde der Höchstbelegung des Gleises, für den sich bei Strecken mit reinem Fernzugverkehr etwa 0,5 und für Strecken mit Fernzug- und Vorortverkehr etwa 0,6 ergibt, wird das grundsätzliche Verhältnis zwischen den Bahnsteig- und Streckengleisen erörtert. Auf Grund der so gewonnenen Gesichtspunkte werden die verschiedenen Bahnhofarten (Zwischen-, End-, Kreuzungs- und Trennungsbahnhöfe) besprochen und der Gang des Ermittlungsverfahren gezeigt. Durch Untersuchung einer Reihe bestehender Bahnhöfe wird das ganze Verfahren veranschaulicht.

Knickfestigkeit der Stabverbindungen von Dr. Ing. Dr. H. Zimmermann (Verlag W. Ernst und Sohn, Berlin). 8.40 ℳ.

Seinen vielen Arbeiten über die Knickfestigkeit von Einzelstäben läfst der verehrte Verfasser hier eine abgeschlossene Abhandlung über die Knickfestigkeit von Stäben folgen, die in Fachwerke eingebaut, also durch den Steifigkeitsüberschufs der Nachbarstäbe elastisch gestützt sind. In seiner bekannten klaren Schreibweise geht der Verfasser im ersten Teile schrittweise von den Einflüssen der Einspannung der Stabenden eines Einzelstabes unter Einführung des Begriffes der Spannziffern bis zur Berechnung ganzer Stabzüge über und erläutert im zweiten Teile an Hand einer Reihe gut gewählter Beispiele und Übungsaufgaben die Anwendung der im ersten Teil gewonnenen Beziehungen. Zum bequemen Gebrauch sind im Anhang Zahlentafeln für die in den Formeln auftretenden Gröfsen s und t und ihrer Verbindungen gegeben.

Diese verdienstvolle Arbeit unseres Nestors der Statik und des Eisenbaues der Aufmerksamkeit der Fachgenossen besonders zu empfehlen, dürfte sich wohl erübrigen. Dagegen sei angesichts seiner lichtvollen Ausführungen auch hier dem Wunsch Ausdruck gegeben, dafs es unserem Altmeister noch recht lange vergönnt sein möge, seine reichen Erfahrungen zum Nutzen der kommenden Geschlechter zu verwerten. Karig.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. April 1926 Heft 8

Die neuen verstärkten Schraubenkupplungen der Deutschen Reichsbahn.

Von Regierungs- und Baurat Neubert, Charlottenburg.

Hierzu Tafel 13.

Auf die Ausbildung der Kupplungen hat man von jeher besonderen Wert legen müssen. Sie sind Bestandteile der gesamten Zugvorrichtung und infolgedessen so zu bemessen, dafs sie die in der Zugvorrichtung auftretenden Kräfte aushalten. Im allgemeinen pflegt man bei der Berechnung von der ruhenden Zugkraft auszugehen, d. h. derjenigen Kraft, die die Lokomotive an ihrem Zughaken dauernd abgeben kann. Die Lokomotive ist jedoch in der Lage, vorübergehend, wie z. B. beim Anfahren, höhere Kräfte abzugeben. Die Zugvorrichtung mufs nicht allein diesen Kräften genügen, sondern sie mufs auch noch die Rucke und Schwankungen, die besonders bei schweren und langen Zügen entstehen, aufnehmen. Laufen beispielsweise Fahrzeuge in einem Zuge aufeinander auf, so werden die Pufferfedern gespannt und Kräfte in ihnen angesammelt. Diese Kräfte können nun plötzlich frei werden und wirken dann auf die Zugvorrichtung ein. Ein anderer Fall ist der, dafs ein schwerer D-Zug mit Höchstleistung der Lokomotive angefahren ist und, nachdem er eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat, von einem der letzten Wagen aus durch Ziehen der Notbremse gebremst wird. An einer der Kupplungen im Zuge kommen dann aufser der Zugkraft der Lokomotive Kräfte zur Auswirkung, die sich aus der Massenbeschleunigung des vorderen, weniger gebremsten Zugteiles ergeben. Diese mehr oder weniger plötzlich auftretenden Kräfte sind nicht bekannt, übertreffen aber die ruhende Zugkraft um ein Vielfaches. Sie lassen sich nur durch Versuche ermitteln. Bei der Bemessung der gesamten Zugvorrichtung wird daher von der ruhenden Zugkraft ausgegangen und für die plötzlich auftretenden Kräfte eine mehrfache Sicherheit vorgesehen.

Die ruhenden Zugkräfte, im folgenden nur mit Zugkraft bezeichnet, sind nun mit der zunehmenden Schwere der Züge immer gröfser geworden. Die Zugvorrichtungen und auch die Kupplungen mufsten daher immer stärker ausgebildet werden. Die Schraubenkupplungen des Deutschen Staatsbahnwagenverbandes — DWV-Kupplungen —, die den Vorschriften des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen — TV (III. Nachtrag) § 75 und 76 — entsprechen, genügen einer Zugkraft von 14 bis 15 t. Dies reicht für die jetzigen Verhältnisse nicht mehr aus, vielmehr mufs mit einer höheren Zugkraft gerechnet werden. Die Gröfse der Zugkraft ist einstweilen auf 21 t festgelegt worden. Diese Zugkraft ist bereits für die übrigen Teile der Zugvorrichtung in TV (III. Nachtrag) § 75 zugrunde gelegt worden. Es war nun notwendig, die Schraubenkupplung den schon verstärkten anderen Teilen der Zugvorrichtung anzupassen, also zu verstärken.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat dies dadurch zu erreichen versucht, dafs die Durchmesser der Schraubenspindel von 33/42 mm auf 40/47 mm und die Stärke der Laschen von 14×35 mm auf 14×45 mm bei einer Zerreifsfestigkeit des Baustoffes von 45 bis 52 kg/mm² erhöht werden sollte. Eine derartig verstärkte Kupplung — im folgenden neue Vereinskupplung genannt — entspricht aber nach Ansicht der Deutschen Reichsbahn nicht den Anforderungen, die an eine Kupplung für 21 t Zugkraft zu stellen sind. Infolgedessen war ein besonderer Entwurf für eine verstärkte Kupplung aufgestellt worden — vergl. Abb. 4 —. Hierbei hat sich die Deutsche Reichsbahn in erster Linie von dem Gedanken leiten lassen, den Hauptmangel der DWV-Kupplung, nämlich das Strecken der Spindel, zu vermeiden, aufserdem aber auch die Kupplung so auszubilden, dafs Brüche möglichst selten eintreten. Nach früheren Vorschlägen des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen sollte die Spindel der schwächste Teil der Kupplung sein. Es war dabei davon ausgegangen, dafs der Ersatz einer gebrochenen Spindel die geringsten Kosten verursache, und fast immer auch die Spindel beschädigt werde, wenn ein anderer Teil der Kupplung z. B. eine Lasche, reifse.

Nach Ansicht der Deutschen Reichsbahn ist die Gefahr eines Bruches der Kupplung nicht so hoch anzuschlagen wie der Nachteil, den das Strecken der Spindel und das dadurch bedingte Ungangbarwerden der Muttern mit sich bringt. Wenn nun aber die Spindel als schwächster Teil ausgebildet wird, mufs auch an diesem Teil zuerst ein Strecken eintreten. Bei der Deutschen Reichsbahn müssen täglich tausende von Kupplungen wegen Ungangbarkeit der Spindeln ausgewechselt werden, dagegen ist es bei der verhältnismäfsig geringen Zahl der Brüche bedeutungslos, ob nur die Spindel oder auch andere Kupplungsteile zugleich beschädigt werden. Vielfach reifsen die Laschen, was zum Teil darauf zurückgeführt werden kann, dafs auch bei durchaus vorschriftsmäfsigen Kupplungen die Spindel nicht immer der schwächste Teil ist. Wenn nämlich der Baustoff der Spindel die höchstzulässige Zerreifsfestigkeit — 52 kg/mm² — und der Baustoff der Laschen die niedrigst zulässige Zerreifsfestigkeit — 45 kg/mm² — hat, dann sind die Laschen von vornherein schwächer als die Spindel. Zudem finden sich bei den Laschen vielfach Fehler z. B. scharfer Übergang am Auge, ungleiche Laschenlängen.

Bei den meisten Teilen der Kupplung ist ein Strecken in geringen Grenzen unschädlich, nur nicht bei der Spindel, da diese schon bei geringen Längenänderungen ungangbar wird. Bei einer Änderung der Schraubenkupplung mufs deshalb in erster Linie darauf Bedacht genommen werden, dafs die Spindel sich nicht vorzeitig streckt.

Bei Versuchen und im Betriebe haben sich an der DWV-Kupplung aufser dem Strecken der Spindel auch noch andere Mängel gezeigt. Zunächst wird der Bügel häufig lang gezogen, so dafs er in seinem bogenförmigen Teil verengt wird. Durch diese Formveränderung ist das Aus- und Einlegen des Bügels und seine Beweglichkeit auf dem Zughaken sehr beeinträchtigt, wenn nicht gar unmöglich gemacht. Ferner wird der Hauptbolzen vielfach krumm; dabei verbiegen sich die Laschen und verhindern die Beweglichkeit der Kupplung beim Befahren von Krümmungen. Auch ist die Befestigung des Schwengelbundes durch Aufschrumpfen unzweckmäfsig. Da durch das Erwärmen beim Aufschrumpfen Spannungen in der Spindel entstehen, mufs die blanke Spindel ausgeglüht werden, was kostspielig ist und nicht immer richtig ausgeführt wird. Aufserdem löst sich bei stärkerer Beanspruchung der infolge des Glühens auf der Spindel sitzende Zunder, wodurch die Gangbarkeit der Muttern beeinträchtigt wird. Bei der Festlegung der Mafse mufs auf die Abnutzung gewisser Teile Rücksicht genommen werden, und zwar müssen die der Abnutzung unterworfenen Teile so bemessen werden, dafs die Bruchsicherheit noch gewahrt bleibt, wenn die Teile um ein be-

Digitized by Google

stimmtes Mafs abgenutzt sind. Bei den in den TV angegebenen bindenden Mafsen ist hierauf keine Rücksicht genommen.

Bei dem Entwurf einer neuen verstärkten Kupplung mufsten die erwähnten Mängel vermieden werden.

Die angestellten Ermittlungen ergaben zunächst, dafs es bei einer Zerreifsfestigkeit des Baustoffes von 45 bis 52 kg/mm² nicht möglich ist, eine Kupplung für 21 t Zugkraft zu entwerfen, ohne das Gewicht der Kupplung unzulässig zu erhöhen. Ferner ergab sich, dafs der Bügel an der Angriffsstelle etwa 50 mm stark werden mufste, so dafs er nicht mehr in das nur 40 mm weite Zughakenmaul pafst. Eine Änderung der Zughakenform ist aber nicht möglich, da schon der jetzige Zughaken den zur Verfügung stehenden Raum voll ausnutzt. Dazu kommt noch, dafs die Einführung einer Kupplung mit verstärktem Bügel nahezu unmöglich gewesen wäre, da der verstärkte Bügel in den noch nebenher verwendeten alten Zughaken sich nicht hätte einlegen lassen. Es mufsten deshalb Baustoffe von mehr als 52 kg/mm² Festigkeit in Aussicht genommen werden.

An Stelle der Schwengelbundbefestigung durch Aufschrumpfen mufste eine andere Befestigung gewählt werden. Wenn auch eine Befestigung mit einem Stift von 13 mm Durchmesser gut hielt, so hatte doch das Bohren des Loches durch die Spindel erheblichen Nachteil. Als Vorteilhaftestes erwies sich, wenn der Schwengelbund angeschmiedet wird. Dies bringt mit sich, dafs die ganze Spindel geschmiedet werden mufs und nicht gewalzt werden kann. Beim Schmieden aber wird der Baustoff besser durchgearbeitet als beim Walzen. Es sind daher angeschmiedete Schwengelbunde vorgesehen.

Da eine beliebige Verstärkung des Spindeldurchmessers mit Rücksicht auf die ganze Ausbildung der Kupplung nicht angängig ist, wurde zuerst ein Baustoff von 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit zugrunde gelegt. Dabei ergab sich für die Spindel ein Kerndurchmesser von 43 mm. Um das Gewindeschneiden bei dem in Aussicht genommenen Baustoff zu erleichtern, und um die Kupplungsmuttern nicht zu sehr zu schwächen, ist für die Gewindetiefe nur 3,5 mm anstatt 4,5 mm (bei der DWV-Kupplung) gewählt, so dafs der äufsere Spindeldurchmesser 50 mm wird. Die bisherige Steigung des Gewindes von 7 mm, die sich im Betriebe bewährt hat, ist beibehalten.

Erwähnt sei noch, dafs auch versucht worden ist, die Spindel trotz ihrer Verstärkung zum schwächsten Teil der Kupplung zu machen. Zu diesem Zweck wurde der Gewindeschaft neben dem Schwengelbund auf ein bestimmtes Mafs eingedreht. Wie Versuche ergaben, bleibt nun nicht das dem Bruch voraufgehende Strecken auf die Eindrehstelle beschränkt, sondern greift auch auf das benachbarte Gewinde über. Die Versuche bewiesen auch, dafs die Zerreifsfestigkeit in den Eindrehstellen bei weitem höher liegt, als die Rechnung ergibt. Der Durchmesser des Gewindeschaftes mufste nach den Versuchen also kleiner werden als nach der Berechnung. Ob eine derartig geschwächte Spindel dann noch bei Stöfsen ausreichende Sicherheit bietet und besonders bei starkem Frost den Gesetzen der Festigkeit folgt, erschien zweifelhaft. Von weiteren Versuchen mit derartig eingedrehten Spindeln wurde daher abgesehen und der zuerst angegebene Weg weiter verfolgt.

Als schwächster Teil der Kupplung sind die Laschen vorgesehen, da sowohl beim Bügel wie beim Hauptbolzen und auch bei den Kupplungsmuttern eine bestimmte Bruchgrenze schwer einzuhalten ist.

Für die Kupplungsmuttern ist bei einem Kerndurchmesser der Spindel von 43 mm rechnerisch eine Abmessung von 80 × 80 × 80 mm notwendig. Durch Versuche ist jedoch festgestellt, dafs infolge der Würfelform mit Abmessungen von 75 × 75 × 75 mm auszukommen ist. Dies hat noch den Vorteil, dafs dann die Kupplung bei Verwendung der bisherigen aufgenieteten Endringe dieselbe Ausdrehbarkeit (gröfste und kleinste Länge der Kupplung) wie die DWV-Kupplung behält.

Der Bügel hat an der Angriffsstelle einen länglichen Querschnitt von 35/40 mm erhalten. Der Berechnung ist ein kreisrunder Querschnitt von 35 mm Durchmesser zugrunde gelegt, so dafs der Bügel sich an der Angriffsstelle um 5 mm abnutzen kann, bevor er ausgewechselt werden mufs. Der Bügel ist dabei durch Verwendung eines hochwertigen Baustoffes so stark, dafs er sich nicht mehr in seinem bogenförmigen Teil verengen kann. Auch wird erreicht, dafs er sich nicht mehr von dem Zapfen der Kupplungsmutter abbiegt. Versuche haben ferner ergeben, dafs die Splinte bei der Mutter am Bügel weggelassen werden können, was den Vorteil hat, dafs die Kuppler beim Einlegen des Bügels in den Haken sich nicht verletzen und die Kleidung beschädigen, sowie dafs die Mutterzapfen kürzer ausgeführt werden können. Bei der Mutter an den Laschen können die Splinte nicht entbehrt werden, weil sonst die Laschen herunterfallen würden. Auch wird auf dem einen Zapfen mit dem Splint die Schwengelsicherung befestigt, die ein selbsttätiges Aufdrehen der Spindel verhütet.

Der Querschnitt des Laschenschaftes ist von 14 × 35 mm bei der DWV-Kupplung auf 15 × 40 mm verstärkt worden. Die Laschen- und Bügelaugen haben eine den Zugbeanspruchungen besser entsprechende Form erhalten, bei der sich auch Herstellungsfehler leichter vermeiden lassen. Wegen des aufsermittigen Angriffes des Laschenschaftes am Hauptbolzen ist die Verdickung der Laschenaugen nicht wie bei der DWV-Kupplung abgesetzt — vergl. Taf. 13 — sondern sie geht allmählich in den Schaft über.

Der Hauptbolzen ist im Durchmesser von 45 mm auf 55 mm verstärkt worden. Auch bei den Bolzen mufs Rücksicht darauf genommen werden, dafs er sich im Betriebe abnutzt.

Die Kupplung wiegt etwa 30 kg, 5 kg mehr als die DWV-Kupplung. Der Kuppler wird somit beim Einhängen der neuen Kupplung ein Gewicht von etwa 15 kg zu bewältigen haben, was zulässig erscheint.

An der Sicherheitskupplung sind nur die Hakenaugen entsprechend den Laschenaugen am Bolzen geändert.

Zur Klärung der Frage, welche Baustoffe für die einzelnen Teile der verstärkten Kupplung notwendig sind, wie sich die DWV-Kupplung, die neue Vereinskupplung und die entworfene verstärkte Kupplung hinsichtlich der Bruchlasten, Streckgrenzen und Bruchsicherheiten verhalten, und wie sich die einzelnen Teile der Kupplungen bei den verschiedenen Baustoffen verhalten, sind Berechnungen gemacht, deren Ergebnisse in folgender Übersicht zusammengestellt sind.

In dieser Zusammenstellung ist auch die bei den Schweizer Bundesbahnen übliche Kupplung, die für eine Zugkraft von 20 t bestimmt ist, zum Vergleich aufgenommen. Bei der Schweizer Kupplung ist die Mindestzerreifsfestigkeit von 45 kg/mm² für den Baustoff der Spindel, Bügel, Muttern und des Hauptbolzens die gleiche wie bei der DWV-Kupplung. Für die Laschen dagegen ist eine Mindestzerreifsfestigkeit von nur 38 kg/mm² vorgesehen. Die Schweizer Kupplung entspricht in den Hauptabmessungen annähernd der neuen Vereinskupplung.

Aus der Zusammenstellung 1 ist folgendes hervorzuheben.

Zu Nr. 1. DWV-Kupplung.

Bei der für die Ausführung vorgesehenen Mindestzerreifsfestigkeit von 45 kg/mm² für den Baustoff ist die Spindel mit 38,5 t Bruchlast (Spalte 3) der schwächste Teil der Kupplung. Nach der Berechnung ist die Bruchlast für die Mutter im Zapfen 19,2 t. Darnach wäre diese Stelle rechnerisch die schwächste der Kupplung. In Wirklichkeit liegt ihre Bruchsicherheit höher, da Brüche der Muttern im Betriebe sehr selten vorkommen. Die niedrigste Streckgrenze mit 23,9 t hat von allen Teilen die Spindel, so dafs also die Spindel sich zuerst streckt und dadurch ungangbar wird. Auch bei dem Baustoff von 65 kg/mm² Festigkeit (Spalte 5) liegt die Streckgrenze mit 36,5 t für eine Zugkraft von 21 t noch am niedrigsten.

Digitized by Google

Zusammenstellung 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kupplungsteil	Bruchlast in t bei				Sicherheit bei einer Zugkraft von					
	38	45	55	65	15 t und 45	20 t und 38	20 t und 45	21 t und 45	21 t und 55	21 t und 65
	kg/mm² Zerreifsfestigkeit				kg/mm² Zerreifsfestigkeit					
Nr. 1. D. W. V.-Kupplung (Abb. 1)		**)								
Spindel, Durchmesser, Kern 33, aufsen 42 mm	—	38,5 (23,9)	47,0 (29,6)	55,5 (36,5)	2,56	—	—	1,83	2,24	2,64
Laschen: im Schaft 14 × 35 mm	—*)	44,1 (27,4)	53,8 (33,8)	63,6 (42,0)	2,94	—	—	2,1	2,56	3,03
Laschen: im Auge an der Mutter	—	96,0	117,0	138,0	6,4	—	—	4,57	5,59	6,6
Laschen: im Auge am Zughaken	—	92,4	113,0	133,2	6,16	—	—	4,4	5,38	6,35
Bügel: im Schaft 28 mm Durchmesser	—	55,4	67,7	80,0	3,69	—	—	2,64	3,22	3,81
Bügel: an der Angriffsstelle	—	43,0 (26,2)	52,3 (32,4)	61,8 (40,8)	2,85	—	—	2,04	2,48	2,94
Mutter: 70 × 70 × 70 mm, Querschnitt A bis A	—	41,2 (25,6)	50,5 (31,8)	59,6 (39,3)	2,75	—	—	1,96	2,4	2,84
Mutter: im Zapfen, Durchmesser 40 mm	—	19,2	23,4	27,6	2,56	—	—	1,83	2,24	2,64
Hauptbolzen, Durchmesser 45 mm	—	—	23,3 (14,6)	27,5 (18,1)	1,6	—	—	1,1	1,18	1,4
Nr. 2. Neue Vereinskupplung (Abb. 2)										
Spindel, Durchmesser, Kern 40, aufsen 47 mm	—	56,5 (35,0)	69,0 (43,4)	81,7 (54,0)	3,3	—	—	2,69	3,29	3,89
Laschen: im Schaft 14 × 45 mm	—*)	56,6 (35,1)	69,4 (43,2)	82,0 (54,2)	3,8	—	—	2,7	3,3	3,9
Laschen: im Auge an der Mutter	—	96,0	117,0	138,0	6,4	—	—	4,57	5,59	6,6
Laschen: im Auge am Zughaken	—	92,4	113,0	133,2	6,16	—	—	4,4	5,38	6,35
Bügel: im Schaft 28 mm Durchmesser	—	55,4	67,7	80,8	3,69	—	—	2,64	3,22	3,81
Bügel: an der Angriffsstelle	—	43,0 (26,7)	52,3 (32,9)	61,8 (40,8)	2,85	—	—	2,04	2,48	2,94
Mutter: 70 × 70 × 70 mm, Querschnitt	—	34,0 (21,1)	41,5 (26,2)	49,0 (32,3)	2,2	—	—	1,62	2,17	2,57
Mutter: im Zapfen, Durchmesser 40 mm	—	19,2	23,3 (14,6)	27,5 (18,1)	2,56	—	—	1,83	2,24	2,64
Hauptbolzen, Durchmesser 45 mm	—	Wie bei der D. W. V.-Kupplung								
Nr. 3. Schweizer Kupplung (Abb. 3)										
Spindel, Durchmesser, Kern 40, aufsen 47 mm	—	56,5 (35,0)	69,0 (43,4)	81,7 (54,0)	—	—	2,83	2,69	3,29	3,89
Laschen: im Schaft 15 × 50 mm	57,0*)	67,6	82,6 (52,1)	97,6 (64,5)	—	2,85	—	3,22	3,92	4,64
Laschen: im Auge an der Mutter	89,0	105,6	129,0	152,4	—	4,45	—	5,01	6,14	7,25
Laschen: im Auge am Zughaken	112,0	132,2	162,0	191,2	—	5,6	—	6,3	7,7	9,1
Bügel: im Schaft 30 mm Durchmesser	—	63,6	77,7	91,8	—	—	3,18	3,02	3,69	4,36
Bügel: an der Angriffsstelle	—	43,0 (26,7)	52,3 (32,9)	61,8 (40,8)	—	—	2,14	2,04	2,48	2,94
Mutter: 72 × 72 × 72 mm, Querschnitt	—	37,4 (23,2)	45,7 (28,8)	54,0 (35,5)	2,5	—	1,87	1,78	2,17	2,57
Mutter: im Zapfen, Durchmesser 40 mm	—	18,0	22,0	26,0	—	—	1,8	1,72	2,09	2,47
Hauptbolzen, Durchmesser 55 mm	—	33,2 (20,5)	40,6 (25,6)	48,0 (31,7)	—	—	1,66	1,58	1,93	2,28
Nr. 4. Neue verstärkte Kupplung — Entwurf — (Abb. 4)										
Spindel, Durchmesser, Kern 43, aufsen 50 mm	—	65,3 (40,5)	80,0 (50,4)	94,3 (62,0)	—	—	—	3,11	3,8	4,5
Laschen: im Schaft 15 × 40 mm	—	54,0 (33,5)	66,0 (41,5)	78,0 (51,0)	—	—	—	2,57	3,14	3,71
Laschen: im Auge an der Mutter	—	96,0	117,0	138,0	—	—	—	4,57	5,59	6,6
Laschen: im Auge am Haken	—	98,5	120,0	142,0	—	—	—	4,69	5,7	6,75
Bügel: im Schaft 28 mm Durchmesser	—	55,4	67,7	80,0	—	—	—	2,64	3,22	3,81
Bügel: an der Angriffsstelle (auf 35 mm abgenutzt)	—	43,0 (26,7)	52,3 (32,9)	61,8 (40,8)	—	—	—	2,04	2,48	2,94
Mutter: 75 × 75 × 75 mm, Querschnitt	—	40,1 (24,9)	49,1 (31,2)	58,0 (38,3)	—	—	—	1,9	2,32	2,76
Mutter: im Zapfen, Durchmesser 45 mm	—	27,8	33,3	39,4	—	—	—	2,6	3,17	3,75
Hauptbolzen: neu, 55 mm Durchmesser	—	34,7 (21,5)	42,3 (26,7)	50,0 (33,0)	—	—	—	1,65	2,01	2,38
Hauptbolzen: auf 52 mm abgenutzt	—	29,1 (18,0)	35,5 (22,3)	42,0 (27,7)	—	—	—	1,39	1,69	2,0
Zugstangen, Durchmesser 50 mm	—	89,2	—	—	4,95	—	—	4,24	—	—
Zughaken										
Querschnitt am Auge (Schweiz)	127,5	—	—	—	—	6,4	—	—	—	—
Querschnitt am Auge (D. W. V.)	—	167,5	—	—	11,0	—	—	8,0	—	—
Querschnitt der Hakenspitze, unter 45° (D. W. V.) (abwärts)	—	91,0	—	—	6,05	—	—	4,33	—	—

*) Für beide Laschen.

**) Die eingeklammerten Zahlen geben die Last an der Streckgrenze: bei 45 kg/mm² = 62 %, „ 55 „ = 63 %, „ 65 „ = 66 % der Bruchlast.

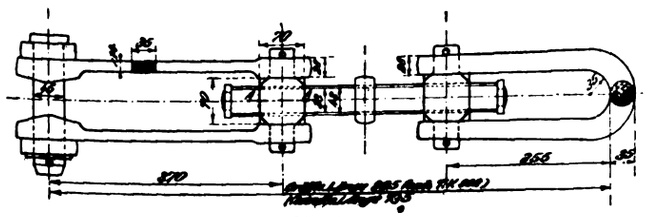


Abb. 1.

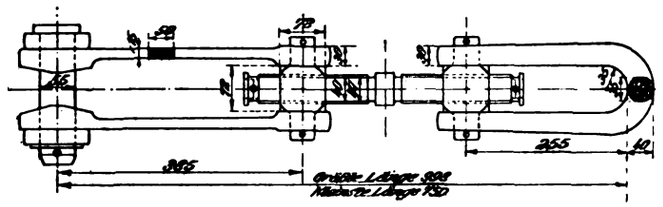


Abb. 3.

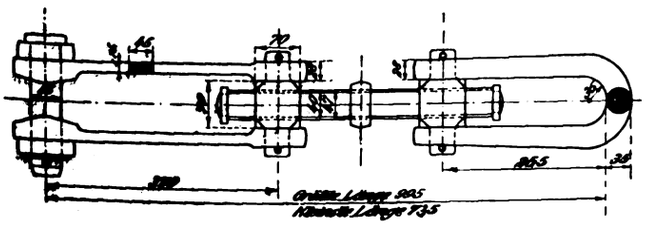


Abb. 2.

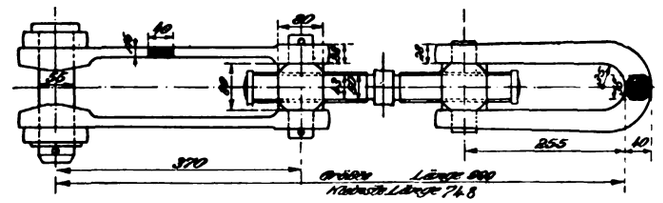


Abb. 4.

Digitized by Google

Zu Nr. 2. Neue Vereinskupplung.

Die Kupplung bedeutet für eine Zugkraft von 15 t einen Fortschritt, denn die Streckgrenze für die Spindel wird rechnerisch gegenüber der DWV-Kupplung von 23,9 t auf 35,0 t also um etwa 48 % erhöht (Spalte 3). Die Muttern sind dagegen erheblich geschwächt, und es ist zu befürchten, dafs bei höherer Belastung die geschwächten Muttern nicht mehr auf der Spindel gangbar bleiben. Für eine Zugkraft von 21 t ergibt sich für die Spindel eine Bruchsicherheit von 2,69 (Spalte 9). Die Bruchsicherheit der DWV-Spindel ist 2,56 bei 15 t (Spalte 6). Es würde somit auch für die Zugkraft von 21 t die Bruchsicherheit sich nur um etwa 5 % erhöhen. Auch würde bei allen anderen Kupplungsteilen die Bruchsicherheit gegenüber der DWV-Kupplung sich erheblich vermindern, nämlich im Durchschnitt um 29 %, bei den Muttern sogar um 36 %. Besonders ungünstig werden die Verhältnisse aber für den Bügel, der sich jetzt schon im Betriebe vielfach im bogenförmigen Teil verengt.

Zu Nr. 3. Schweizer Kupplung.

Gegenüber der ähnlich gestalteten neuen Vereinskupplung erhöht sich nur für die Muttern die Bruchlast von 34 t auf 37,4 t (Spalte 3). Die Schweizer Kupplung kann deshalb, wie auch die neue Vereinskupplung, für eine Zugkraft von 15 t allenfalls noch als Verbesserung gegenüber der DWV-Kupplung bezeichnet werden, keinesfalls empfiehlt sich, eine dieser beiden Kupplungen mit den gegebenen Baustoffen für eine Zugkraft von 21 t zu verwenden. Hierbei würden hinsichtlich des Streckens der Spindel die gleichen Unzuträglichkeiten auftreten wie bei der DWV-Kupplung, abgesehen davon, dafs für einzelne Teile die Sicherheit gegen Bruch wesentlich niedriger wäre als bei dieser. Die neue Vereinskupplung, wie auch die Schweizer Kupplung kommen für 21 t Zugkraft nur dann in Betracht, wenn ein Baustoff höherer Festigkeit verwendet wird. Bei 55 kg/mm² Festigkeit bleiben die errechneten Zahlen für die Bruchsicherheiten, mit Ausnahme derjenigen für Spindel und Laschen, unter den Werten der DWV-Kupplung. Erst bei einer Zerreifsfestigkeit von 65 kg/mm² ergeben sich etwas günstigere Werte.

Zu Nr. 4. Neue verstärkte Kupplung (Entwurf).

Die Berechnungen zeigen, dafs bei den drei Baustoffarten die Spindel nicht der schwächste Teil ist. Berücksichtigt man, dafs Bügel und Hauptbolzen sich verbiegen, so dafs die errechnete Bruchlast bei ihnen nicht in Frage kommt, und dafs die Muttern erheblich stärker belastet werden können als die Berechnung ergibt, so sind die Laschen die schwächsten Teile der Kupplung. Ein Baustoff von 65 kg/mm² Zerreifsfestigkeit genügt nun hinsichtlich der Streckgrenze nicht (62,0 t, Spalte 5) für die Spindel, da in der Zugvorrichtung Kräfte bis zu 65 t und mehr festgestellt worden sind. Die Spindel sollte deshalb bis zum Beginn des Streckens möglichst das $3^1/_2$fache der Zugkraft von 21 t, mindestens aber 70 t aufnehmen können. Die Forderung kann nur durch Verwendung noch höherwertiger Baustoffe erfüllt werden, bei denen auch die Streckgrenze hochliegt.

Deshalb wurden Versuche mit Kupplungen vorgenommen, deren Einzelteile aus verschiedenen Baustoffen hergestellt waren, deren Gütewerte durch Zerreifsproben ermittelt wurden. Es kamen folgende Stahlarten in Betracht:

Kohlenstoffstahl
Federstahl, (Mangan-Siliciumstahl) unvergütet und nicht geglüht
Federstahl, unvergütet und normal geglüht
Federstahl, vergütet
Chromnickelstahl, unvergütet
Chromnickelstahl, vergütet
Chromstahl, vergütet.

Die Teile waren in der Weise normal geglüht, dafs sie nach dem Fertigschmieden auf Glühhitze gebracht und an der Luft langsam abgekühlt waren.

Bei der Herstellung der Versuchskupplungen aus den hochwertigen Baustoffen ergaben sich keinerlei Schwierigkeiten, insbesondere liefs sich das Gewinde der vor dem Gewindeschneiden vergüteten Spindeln anstandslos und sauber schneiden.

Für die Versuche stand durch das Entgegenkommen der Kettenfabrik Schlieper, Grüne i. W., eine Kettenzerreifsmaschine zur Verfügung, die das Einlegen der Kupplung mit Zughaken und zwei je 2,5 m langen Zugstangen mit zugehörigen Schalenmuffen gestattete. Die Einrichtung hatte den Vorzug, dafs die Belastungssteigerung bis zur Höchstgrenze stofsweise vor sich ging und die Entlastung plötzlich eintrat. Es wurden also die im Betriebe auftretenden Beanspruchungen der Zugvorrichtung nachgeahmt.

Durch die Versuche sollte festgestellt werden, welche Baustoffe für die einzelnen Teile zu verwenden sind.

Gleich bei den ersten Versuchen zeigte sich, dafs bei den für 21 t Zugkraft berechneten Zughaken (45 bis 52 kg/mm² Zerreifsfestigkeit) die sich rechnerisch ergebende Bruchlast von ungefähr 91 t (Zusammenstellung 1 Spalte 3) nicht erreicht wurde, sondern nur eine Bruchlast von 69,7 t. Die Streckgrenze wurde bereits bei etwa 40 t überschritten; das Zughakenmaul weitete sich von da ab auf, so dafs der Zughaken bei etwa 60 t Belastung unbrauchbar wurde. Der Grund für den Unterschied zwischen dem rechnerisch ermittelten und wirklich erreichten Wert der Bruchlast ist darin zu suchen, dafs sich derartig geformte Teile kaum einwandfrei berechnen lassen. Der Zughaken mufs unter allen Umständen stärker als die Kupplung sein. Da als Höchstbruchlast für die Laschen 80 t angenommen ist, mufs die Bruchlast des Zughakens höher liegen als 80 t. Dieser Forderung ist, genügt, wenn der Zughaken, ohne unbrauchbar zu werden, mindestens 84 t aushält, also die vierfache Sicherheit bei der Zugkraft von 21 t hat. Deshalb war für die weiteren Versuche ein Zughaken aus einem Kohlenstoffstahl von 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit, mindestens 35 kg/mm² Streckgrenze und 14 % Dehnung vorgesehen. Bei diesem Baustoff ergibt sich für das Zughakenmaul rechnerisch eine Bruchlast von etwa 115 t und eine wirkliche Bruchlast von etwa 90 t.

Die Zugstangen haben hinsichtlich der Festigkeit den Anforderungen genügt. Der bisherige Baustoff von 45 bis 52 kg/mm² Zerreifsfestigkeit kann daher beibehalten werden. Nach Beendigung der Versuche wurden allerdings Längungen in den Zugstangen festgestellt. Für Fahrzeuge, die häufig besonders starken Beanspruchungen in der Zugvorrichtung ausgesetzt sind, kann in Frage kommen, für die Zugstangen einen Baustoff mit höherer Festigkeit und Streckgrenze zu verwenden.

Obgleich die Schalenmuffen grofse Formänderungen aufwiesen, bestand doch keine Bruchgefahr. Hierfür kann also ebenfalls der jetzige Baustoff beibehalten werden.

Die Ergebnisse der Zerreifsversuche mit den aus den verschiedenen Baustoffen hergestellten Kupplungen sind aus folgender Zusammenstellung 2 ersichtlich.

Die Kupplungen aus unvergütetem Kohlenstoffstahl (Nr. 1) genügten mit einer Bruchlast von 74,8 t annähernd den Anforderungen hinsichtlich der Bruchfestigkeit, jedoch nicht hinsichtlich der Streckgrenze, da die Spindel nur bis 55 t gangbar blieb und der Bügel sich bei 62,5 t verengte.

Kupplungen aus unvergütetem und normal geglühtem Federstahl (Nr. 2) zeigten günstigere Ergebnisse. Die Bruchlast — 93,7 t — liegt jedoch zu hoch, da der Zughaken nur 90 t aushält. Auch streckten sich die Spindeln noch zu früh, da sie nur bis 64,6 t gangbar blieben.

Kupplungen, deren Spindeln, Bolzen und Bügel aus unvergütetem aber nicht geglühtem Federstahl hergestellt waren

Digitized by Google

Zusammenstellung 2.

Lfde. Nr.	Anzahl der zerrissenen Kupplungen	Baustoff		Gütewerte nach den Zerreifsproben: Festigkeit kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Dehnung v. H.	Spindeln bleiben gangbar	Bügel blieb auf dem Zughaken beweglich	Durchschnittliche Bruchlast t	Gebrochene Teile
1	2	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19	bis 55 t	bis 62,5 t	74,8	Bügel im Schaft
2	1	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Federstahl unvergütet, geglüht	76,5	40	16	bis 64,6 t	bis 75 t	93,7	Bügel im Schaft
3	4	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Federstahl unvergütet (nicht geglüht)	87	~ 60	13	bis 67,5 t	bis 80,7 t	80	3 mal Lasche im Schaft und Spindel, 1 mal Bügel im Auge und Spindel
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
4	1	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Federstahl vergütet	90,5	~ 70	13	noch bei der Bruchlast von 85 t	bis 65,5 t	87	Bruch einer Lasche im Schaft
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
5	1	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Federstahl vergütet	90,5	~ 70	13	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	80,5	Bruch einer Lasche im Schaft
			desgl. unvergütet	87	~ 60	13				
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
6	2	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern	Federstahl vergütet	77	50	18,5	bis 77,2 t bis 80,5 t	noch bei der Bruchlast von 86,8 t	86,8	Bruch je einer Lasche im Schaft
		Laschen	Kohlenstoffstahl vergütet	69	42	18				
7	1	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern, Laschen	Chromnickelstahl unvergütet	91,5	~ 65	11,5	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	bis 60,5 t	80,5	Bruch des Bügels im Schaft
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
8	1	Spindeln, Bolzen	Chromnickelstahl vergütet	105,5	~ 75	11	noch bei der Bruchlast von 85 t	noch bei der Bruchlast von 85 t	85	Bruch einer Lasche im Schaft
		Bügel	Federstahl unvergütet	87	~ 60	13				
		Muttern, Laschen	Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
9	1	Spindeln, Bolzen, Bügel, Muttern	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	86,4	Bruch einer Lasche im Schaft
		Laschen	Federstahl geglüht	76,5	40	16				
10	1	Spindeln, Bolzen, Bügel	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	86,4	Bruch einer Lasche im Schaft
		Muttern, Laschen	Federstahl unvergütet	76,5	40	16				
11	1	Spindeln, Bolzen, Bügel	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 93,7 t	noch bei der Bruchlast von 93,7 t	93,7	Bruch einer Lasche im Schaft
		Muttern, Laschen	Federstahl unvergütet, geglüht	76,5	40	16				

Digitized by Google

(Nr. 3), genügten zwar hinsichtlich der Bruchlast und der Widerstandsfähigkeit der Bügel gegen Formveränderung, der Bruch trat aber zum Teil in Querschnitten ein, in denen er nach der Rechnung nicht eintreten durfte. Gleichzeitig mit der Lasche oder dem Bügel brach auch stets die Spindel, alles Zeichen dafür, dafs ein unvergüteter nicht geglühter Federstahl zu unzuverlässig ist. Unter allen Umständen müssen daher Teile, die aus unvergüteten Stählen hergestellt sind, normal geglüht werden.

Die Kupplungsteile aus vergütetem Federstahl (Nr. 4 bis 6) aus unvergütetem und vergütetem Chromnickelstahl (Nr. 7 und 8), sowie aus vergütetem Chromstahl (Nr. 9 bis 11) genügten den Anforderungen vollkommen.

Bei der Auswertung der Versuche ist zu beachten, dafs die Kupplungsteile verschieden empfindlich sind und infolgedessen nicht sämtlich aus dem gleichen hochwertigen Baustoff hergestellt zu werden brauchen, wodurch die Kupplung verbilligt wird. Als empfindliche Teile, für die ein hochwertiger Baustoff in Frage kommt, sind in erster Linie die Spindeln zu bezeichnen, dann aber auch die Bügel und Hauptbolzen, die beide nicht gröfser bemessen werden können.

Da die Spindeln möglichst bis zur Bruchgrenze — etwa bis 70 t — gangbar bleiben müssen, schieden die bei den Versuchen — Zusammenstellung 2, Nr. 1 bis 3 — verwandten unvergüteten Kohlenstoff- und Mangan-Silizium-(Feder)Stähle aus. Wird von der Verwendung teurer Chromnickel- oder Chromstähle abgesehen, so kommt für die Spindel nur ein vergüteter Mangan-Siliziumstahl in Frage, da die Vergütung von Kohlenstoffstahl bei der Gröfse des Spindelquerschnittes nicht gleichmäfsig über diesen zu erzielen und auch überaus schwierig auszuführen ist. Wie Versuch Nr. 6 zeigt, ist die Streckgrenze bei vergütetem Kohlenstoffstahl 42 kg/mm². Dies ist ebenso wie die Festigkeit von 69 kg/mm² für die Spindel zu gering, so dafs auch aus diesen Gründen die Verwendung von vergütetem Kohlenstoffstahl für die Spindel ausscheidet. Mangan-Siliziumstahl ist verhältnismäfsig leicht herzustellen und nicht wesentlich teurer als Kohlenstoffstahl. Er ist sicher und leicht in geeigneten Vorrichtungen zu vergüten, auch entstehen dadurch nur geringe Mehrkosten. Wird noch berücksichtigt, dafs der Baustoff eine hinreichende Dehnung von mindestens 15 % bei 200 mm Mefslänge haben mufs, so ergibt sich zweckmäfsig ein vergüteter Federstahl wie er beim Versuch Nr. 6 verwandt worden ist. Die Spindeln blieben bei diesem Baustoff, der eine Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm² hat, bis 80,5 t noch gangbar. Für die Spindeln wurde daher ein Baustoff vorgesehen, der nach seiner letzten Feuerbehandlung eine Zerreifsfestigkeit von 75 bis 90 kg/mm², eine Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm² und eine Mindestdehnung von 15 % bei 200 mm Mefslänge hat.

Für die Bügel, die auf dem Zughaken bis zum Bruch der Kupplung beweglich bleiben müssen, kommt unvergüteter Kohlenstoffstahl nach den Versuchen Nr. 1, 4 und 7 nicht in Betracht, da der Bügel aus diesem Baustoff bei 62,5 t, 65,5 t und 60,5 t nicht mehr beweglich war. Dagegen hat schon ein unvergüteter Federstahl genügt — Versuch Nr. 2, 3, 5, 8, 10 und 11 —, was lediglich auf die höhere Streckgrenze zurückzuführen ist. Versuch Nr. 10 und 11 und auch Versuch Nr. 2 lassen erkennen, dafs die Streckgrenze bei 40 kg/mm² genügt, so dafs ein unvergüteter aber geglühter Baustoff von 13 % Mindestdehnung bei 200 mm Mefslänge gewählt wurde. Da der Bügel — Versuch Nr. 10 und 11 — bei 86,4 bzw. 93,7 t beweglich blieb, ist anzunehmen, dafs dies auch noch der Fall sein wird, wenn er an der Angriffsstelle abgenutzt ist. Vergüteten Kohlenstoffstahl von der angegebenen Mindeststreckgrenze und der erforderlichen Festigkeit für die Bügel zu verwenden, verbietet schon der Umstand, dafs die Bügel nach dem Vergüten zum Überbiegen über die Mutterzapfen nochmals auf Hellrotglut erwärmt werden müssen, wenn sie nicht mit den Muttern zusammen vergütet werden.

Da bei den Hauptbolzen ebenso wie bei den Bügeln vor dem Bruch Verbiegen eintritt, mufs der Baustoff für die Bolzen auch eine verhältnismäfsig hohe Streckgrenze haben. Die Versuche haben gezeigt, dafs der Baustoff des Bügels in dieser Beziehung für die Bolzen genügt.

Da für die Laschen ein Strecken in geringen Grenzen bedeutungslos ist, genügt hierfür ein unvergüteter Kohlenstoffstahl von entsprechender Festigkeit, ebenso für die Muttern, die infolge ihrer Form sehr widerstandsfähig sind. Nach den Versuchen Nr. 3, 4, 5, 7 und 8 ergibt ein Baustoff von 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit reichlich hohe Bruchlasten — 80 bis 87 t — für die Laschen. Infolgedessen ist der ursprüngliche Laschenquerschnitt von 15 × 40 mm (Abb. 4) für die endgültige Ausführung auf 14 × 40 mm herabgesetzt worden.

Auf Grund der Versuchsergebnisse ist die neue verstärkte Kupplung endgültig festgelegt worden, wie sie in der Taf. 13 dargestellt ist. In den »Besonderen Bedingungen für die Lieferung von Schraubenkupplungen usw.« (vergl. Anhang) sind die Baustoffe für die einzelnen Teile näher bezeichnet. Die Zusammensetzung des Stahles ist nicht vorgeschrieben und eine Vergütung der Spindeln nicht gefordert, sondern nur Zerreifsfestigkeit, Streckgrenze und Dehnung des Baustoffes in den fertigen Teilen. Wegen der geforderten hohen Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm² für die Spindel, wird wohl eine Vergütung nicht zu umgehen sein. Zahlreiche Zerreifsversuche haben gezeigt, dafs die geforderte Streckgrenze meist höher liegt, also leicht eingehalten werden kann. Die Bedingungen enthalten aufserdem Angaben für die Herstellung, insbesondere auch für die Wärmebehandlung der einzelnen Teile, sowie Vorschriften für die Güteprüfung.

Allgemein haben die Versuche erwiesen, dafs die Kupplungen und Zughaken mit gröfster Sorgfalt angefertigt werden müssen. Dies gilt nicht allein für die Formgebung, sondern auch für die Behandlung der einzelnen Teile. Scharfe Übergänge, insbesondere an den Augen und Fehler in der Herstellung, wie Einkerbungen, Dopplungen, Kantenrisse usw. sind auf alle Fälle zu vermeiden. Die Kanten der Laschen sind mit einem Halbmesser von 2,5 mm abzurunden.

Ebenso wichtig ist, dafs bei den einzelnen Teilen, die in den Stärkeverhältnissen gegeneinander ziemlich genau abgestuft sind, die in der Zeichnung — vergl. Taf. 13 — angegebenen Abmafse eingehalten werden. Besonderer Wert ist auf die Herstellung und Prüfung des Gewindes der Spindel gelegt — vergl. »Das Gewinde der neuen Eisenbahnkupplung, seine Tolerierung und Prüfung, von Oberregierungsbaurat Iltgen, Berlin«. Glasers Annalen vom 1. November 1925, Seite 171. —

Mit einer Anzahl von Schraubenkupplungen und Zughaken, die nach den angegebenen Bedingungen angefertigt waren, wurden nochmals besondere Zerreifsversuche und Betriebsversuche an Wagen vorgenommen.

Bei den Zerreifsversuchen trat der Bruch bei zwei Kupplungen wie beabsichtigt in einem Laschenschaft ein und zwar bei 73,5 und 73 t. Diese Bruchlasten entsprachen den an Zerreifsstäben ermittelten Festigkeiten des Baustoffes. Die Spindeln waren bis 70 t Belastung vollkommen gangbar; bei 72,5 t konnten die Muttern noch um 6 bis 8 Gänge aus ihrer ursprünglichen Lage nach dem Schwengelbund hin gedreht werden. Die Bügel hatten sich bei der ersten Kupplung um 2,2 mm, bei der zweiten um 1,5 mm verengt. Sie waren auch nach dem Laschenbruch auf dem Zughaken noch vollkommen beweglich. Nach dem Bruch der Laschen waren die Spindeln krumm. Der Hauptbolzen hatte sich bei der Belastung mit 73,5 t um etwa 1 mm durchgebogen. Die Erweiterung des Zughakenmaules betrug bei einer Belastung von 60 t 0 mm und bei 73 t bei dem einen Haken 2,5 mm, bei dem anderen Haken 3,3 mm.

Die Betriebsversuche wurden mit einem schweren D-Zug in der eingangs schon angedeuteten Weise vorgenommen. Bei

Digitized by Google

Geschwindigkeiten von 10 und 15 sowie 6 km/h wurden von den hintersten Wagen des Zuges aus drei Notbremsungen vorgenommen. Nach der zweiten Notbremsung war an der Lasche der Kupplung zwischen dem ersten und zweiten Wagen des Zuges eine Längung von etwa 2,5 mm festzustellen. Am Bügel und an der Spindel waren Längenänderungen nicht mefsbar. Eine Kupplungslasche zwischen dem zweiten und dritten Wagen hatte sich um 1,5 mm gelängt, ebenso der gerade Teil des Bügels, während die Spindel unverändert geblieben war. Nach der dritten Notbremsung war die Lasche zwischen dem ersten und zweiten Wagen um 4 mm gestreckt, am Bügel und an der Spindel zeigte sich nichts. Die Lasche zwischen dem zweiten und dritten Wagen war 3 mm länger geworden, der Bügel hatte die Längung von 1,5 mm beibehalten, die Spindel war unverändert geblieben.

Die verstärkten Kupplungen und Zughaken haben somit den Erwartungen vollauf genügt.

Wenn durch das Reifsen der Laschen im Betriebe Spindeln krumm werden, so liegt es nahe, die Spindeln wieder herzurichten. Das Wiederherrichten ist aber bei den wegen der hohen Streckgrenze wohl meist vergüteten Spindeln sehr schwierig. Die Spindeln müssen warm gerichtet und neu vergütet werden. Die Eisenbahnwerke haben nun die dazu erforderlichen Einrichtungen nicht, und es wird auch kaum zweckmäfsig sein, für die verhältnismäfsig selten auftretenden Beschädigungen kostspielige Anlagen zu errichten. Daher könnte nur in Frage kommen, die wenigen verbogenen Spindeln den Lieferwerken zur Instandsetzung zu überweisen, wenn man nicht überhaupt die wenigen unbrauchbar gewordenen Spindeln ausmustern will, wie zur Zeit vorgesehen ist.

Zu beachten ist auch, dafs die Spindeln unter keinen Umständen durch Abbrennen gereinigt werden dürfen, sondern in anderer Weise wie z. B. durch Abkochen oder Abwaschen mit geeigneten Mitteln gereinigt werden müssen.

Die verstärkte Schraubenkupplung und der verstärkte Zughaken werden bei den Fahrzeugen der Deutschen Reichsbahn eingeführt. Voraussetzung für den Einbau ist natürlich, dafs an den Fahrzeugen die übrigen Teile der Zugvorrichtung für eine Zugkraft von 21 t bemessen sind.

Wie eingangs schon betont, müssen die Eisenbahnverwaltungen darauf achten, dafs die Zugvorrichtungen, insbesondere die Schraubenkupplungen, den jeweils üblichen Zugkräften der Lokomotiven entsprechen. Da die Zugkräfte nun fast bei allen gröfseren Eisenbahnverwaltungen in den letzten Zeiten gesteigert worden sind, ist allgemein das Bedürfnis aufgetreten, verstärkte Schraubenkupplungen einzuführen. Eine allgemeine Regelung der Frage schien daher geboten, zumal da auch der Übergangsverkehr fordert, dafs die Eisenbahnwagen, insbesondere die Güterwagen, mit annähernd gleichstarken Kupplungen ausgerüstet sind.

Infolgedessen hatte auf Antrag der Deutschen Reichsbahn der Internationale Eisenbahnverband seinem Ausschufs V für technische Fragen die Aufgabe gestellt, die Frage der Widerstandsfähigkeit der Kupplungen für die im internationalen Durchgangsverkehr zugelassenen Fahrzeuge und die Verstärkung der Schraubenkupplungen zu prüfen. Der Ausschufs V hatte mit der Vorberatung dieser Angelegenheit einen Unterausschufs betraut, in dem die Deutsche Reichsbahn den Vorsitz führte.

Auf Vorschlag dieses Unterausschusses hat der Ausschufs V in seiner Sitzung am 30. April 1925 in München folgende Bestimmungen gutgeheifsen:

1. Die Weite des Zughakenmaules soll mindestens 40 mm, höchstens 45 mm betragen. Der in der Zugrichtung liegende grofse Durchmesser des Kupplungsbügels darf 40 mm nicht überschreiten, während der kleine Durchmesser sein Höchstmafs von 35 mm behält, wie in der Technischen Einheit (Berner Konferenz) vorgeschrieben ist.

2. Es wird eine Zugbeanspruchung von 20 t als Rechnungsgrundlage für die verschiedenen Kupplungsteile angenommen.

3. Für die neuzubauenden Fahrzeuge wird die geringste Widerstandsfähigkeit der Kupplungen zu 65 t festgelegt. Für die vorhandenen Fahrzeuge wird empfohlen, mindestens 50 t zu erreichen und wenn möglich 65 t.

4. Am Vorsprung des Puffers dem Zughaken gegenüber, so wie er in der Technischen Einheit festgelegt ist, soll nichts geändert werden. Die Entfernung von Mitte des Loches im Zughaken bis zur Angriffsfläche am Zughakenmaul soll mindestens 110 mm, höchstens 125 mm betragen.

5. Die Länge der Schraubenkupplung, gemessen von der Innenfläche des Kupplungsbügels, soll 960 bis 1000 mm bei vollkommen ausgeschraubter Kupplung und 690 bis 760 mm bei zusammengeschraubter Kupplung betragen. Diese Mafse werden nur für Schraubenkupplungen im neuen Zustande und für neuzubauende Fahrzeuge verlangt. Der Durchmesser des Kupplungsbolzens soll 55 mm und im abgenutzten Zustande noch mindestens 50 mm betragen. Daraus ergibt sich, dafs das Loch im Zughaken gröfser als 55 mm sein mufs.

6. Das Gewicht der Kupplung soll 36 kg nicht überschreiten und wenn möglich, nicht 30 kg.

7. Es wird empfohlen, eine Vorrichtung vorzusehen, welche das selbsttätige Lösen der Kupplung verhindert.

8. Es wird empfohlen, gelenkige Schwengel zu benutzen.

9. Es liegt keine Veranlassung vor, gegenwärtig die Notkupplung abzuschaffen, welche von der Technischen Einheit vorgeschrieben ist. Die Frage wird später bei Gelegenheit der Einführung einer durchgehenden Bremse für Güterzüge aufs neue geprüft werden.

10. Die Laschen sollen mindestens $3\frac{1}{4}$fache Sicherheit haben und der schwächste Teil der Kupplung sein. Die übrigen Teile der Schraubenkupplung und der Zugvorrichtung sollen mindestens $3\frac{1}{2}$fache Sicherheit haben.

In der Bestimmung zu 10. ist festgelegt, dafs die Laschen der schwächste Teil der Kupplung sein sollen. Es steht also nichts im Wege, die Spindel als stärksten Teil auszubilden.

Die verstärkte Kupplung der Deutschen Reichsbahn entspricht den Bestimmungen des Internationalen Eisenbahnverbandes

Dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen sind durch die Bestimmungen des Internationalen Eisenbahnverbandes für eine neue Vereins-Schraubenkupplung, die einer Zugkraft von mindestens 20 t entsprechen soll, schon bestimmte Richtlinien gegeben. Die näheren Vorschriften für die Technischen Vereinbarungen sind noch aufzustellen.

Anhang.

Vorläufige besondere Bedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Lieferung von Schraubenkupplungen und Sicherheitskupplungen, Zughaken und Zugstangen.

1. Beschaffenheit.

A. Baustoff.

Lfd. Nr.	Gegenstand	Baustoffbezeichnung nach Din. 1600	Zerreifsfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze mindestens kg/mm²	Mindestdehnung bei 200 mm Mefslänge	Mindestdehnung bei 100 mm Mefslänge
					%	%
1	Kupplungsspindeln .	—	75—90	50	15	18
2	Kupplungsbügel . .	St C 60.61	70—85	40	13	15
3	Kupplungslaschen .	St 60.11	60—70	35	14	17
4	Kupplungsmuttern .	St 60.11	60—70	35	14	17
5	Kupplungsbolzen .	St C 60.61	70—85	40	13	15
6	Kupplungsschwengel	St 37.11	37—45	—	20	25
7	Schwengelführung .	St 37.11	37—45	—	20	25
8	Sicherheitshaken . .	St 60.11	60—70	35	14	17
9	Sicherheitsbügel . .	St C 60.61	70—85	40	13	15
10	Sicherheitsbolzen .	St C 60.61	70—85	40	13	15
11	Zughaken	St 60.11	60—70	35	14	17
12	Zugstangen . . .	St 42.11	45—52	—	20	24

Die unter lfd. Nr. 1 bis 5 und 8 bis 11 aufgeführten Gütewerte gelten für die Teile nach ihrer letzten Feuerbehandlung. Für die übrigen Teile gelten die Gütewerte für den Baustoff.

Digitized by Google

Für den Reinheitsgrad der Baustoffe gelten die deutschen Industrienormen, für den Reinheitsgrad der Spindeln bezüglich des Phosphor- und Schwefelgehaltes die Vorschriften der Dinorm 1661.

B. Herstellung.

Alle Teile müssen den Zeichnungen entsprechen. Abweichungen von den Toleranzen sind unzulässig. — Der Grat ist überall vollständig zu beseitigen.

Die Spindeln dürfen nach der Herstellung des Gewindes nicht mehr im Feuer behandelt werden. Die gewindefreien Übergänge der Spindel neben dem Schwengelbund müssen zur Vermeidung von Kerbwirkung glatt gedreht sein.

Folgende Teile sind auf dem Lieferwerk normal zu glühen:

a) Die Bügel für die Schrauben- und Sicherheitskupplungen im gestreckten Zustand: zum Überbiegen der Bügel über die Mutterzapfen sind die Bügel in der Schaftmitte nochmals auf Hellrotglut zu erwärmen,
b) die Laschen und Zughaken nach dem Schmieden,
c) die Muttern nach dem Schmieden vor dem Gewindeschneiden und Drehen der Zapfen,
d) die Kupplungsbolzen vor dem Drehen.

Schwengelbund und Schwengelbundlappen der Spindel müssen sauber geschmiedet und vom Glühzunder befreit, die scharfen Kanten gebrochen werden. — Das Gewinde der Spindeln und Muttern ist sofort nach dem Zusammenbau gut einzufetten oder einzuölen, um es vor Rost zu schützen; in gleicher Weise ist bei lose zu liefernden Spindeln und Muttern zu verfahren.

Sämtliche Teile der Schrauben- und Sicherheitskupplungen und die Zughaken und die Zugstangen müssen aus je einem Stück ohne Schweifsen hergestellt werden. Die Zapfen der Muttern sind warm abzusetzen und nicht aus dem Vollen zu drehen. — Der Verbindungskopf am Ende des Rundschaftes des Zughakens und die Augen der Bügel, Laschen und Sicherheitshaken dürfen nicht angestaucht werden; sie müssen aus dem Vollen ausgeschmiedet werden. — Der Vierkantschaft des Zughakens darf nicht windschief sein, er mufs auf der ganzen Länge einen rechteckigen Querschnitt haben und sauber und glatt geschmiedet werden. — Zum Anstauchen der Verbindungsköpfe an die Zugstangen dürfen diese nur auf höchstens Hellrotglut erwärmt werden, sie müssen dabei in einer Hitze vollkommen hergestellt werden.

C. Kennzeichnung.

Die einzelnen Teile sind an den auf der Zeichnung mit O bezeichneten Stellen mit dem abgekürzten Firmenzeichen des Lieferers, der Gattungszahl 1 und der Jahreszahl der Lieferung nach folgendem Beispiel deutlich lesbar zu kennzeichnen: S. E. $\frac{1}{24}$.

2. Güteprüfung.

A. Umfang der Prüfung.

Der Prüfungsbeamte ist berechtigt, von je 50 Stück oder angefangenen 50 Stücken der unter lfd. Nummer 1 bis 5 und 8 bis 11 zur Abnahme gestellten Teile je 1 Stück auszusuchen und zu prüfen; es müssen jedoch bei jeder, auch der kleinsten Abnahmemenge alle vorgeschriebenen Versuche vorgenommen werden. — Von dem Baustoff der Zugstangen (Walzstäbe) können von je 100 Stangen zwei Stück geprüft werden.

Soweit die Teile der Einzelabnahme unterliegen und mit dem Prüfungsstempel versehen werden, ist er, um ihn leicht auffinden zu können, mit einem weifsen Ölfarbanstrich augenfällig zu kennzeichnen. Die Spindeln müssen sowohl nach dem Zugversuch, als auch nach beendeter Prüfung auf dem Schwengelbund den Prüfungsstempel erhalten.

B. Art der Güteprüfung.

Zugversuch.

Wie üblich. Der Proportionalstab soll nur dann verwendet werden, wenn es schwierig ist, den Normalstab zu entnehmen.

Prüfung der Gewinde.

Für die Abnahme des Gewindes der Spindeln und Muttern sind die Anlagen 1 und 2 mafsgebend, die einen Teil dieser Bedingungen bilden *).

Schlagversuch.

Fertig bearbeitete Spindeln sind bei einer Auflageentfernung von 400 mm unter einem Fallwerk durch Schläge auf den Schwengelbund bei wagrecht liegenden Lappen bis zum halben Spindeldurchmesser durchzubiegen und nach Drehen der Spindel um 180° wieder auf die gleiche Art gerade zu richten. Der letzte Schlag kann der zu erreichenden Durchbiegung angepafst werden. Hierbei dürfen Anrisse nicht auftreten. Bärgewicht 100 kg, Fallhöhe 2 m. Die so geprüften Spindeln sind sofort durch Abtrennen des Schwengelbundlappens verwendungsunfähig zu machen.

Kerbschlagversuch.

Die Reichsbahn ist berechtigt, die Kerbzähigkeit der Spindeln nachzuprüfen. Die Kerbzähigkeit soll 10 m kg/cm² betragen.

Aufdornversuch.

Die Laschen- und Bügelaugen sind einem Aufdornversuch zu unterwerfen, wobei sie sich im kalten Zustande mit einem konisch geformten Dorn, der auf je 10 mm Länge um 1 mm im Durchmesser zunimmt, um 15% des ursprünglichen Durchmessers aufweiten lassen müssen, ohne Anrisse zu zeigen.

Aufweitversuch des Maules der Zughaken.

Das Maul der Zughaken ist unter einem Fallwerk durch Schläge auf einen Keil von elliptischem Querschnitt, der auf je 10 mm Länge um 1 mm in der Breite zunimmt, auf mindestens 50 mm aufzuweiten. Der letzte Schlag kann der zu erreichenden Anfweitung angepafst werden; Anrisse dürfen hierbei nicht auftreten. Bärgewicht 100 kg, Fallhöhe 2 m.

Glühversuch.

Die Reichsbahn ist berechtigt, $^1/_4$ der zur Abnahme bereit gestellten Teile unter Aufsicht des Abnahmebeamten vom Lieferwerk glühen zu lassen.

3. Lieferung.

Die Kupplungen und Kupplungsteile sind frei Bahnwagen (Güterabfertigung) des Abgangsbahnhofs der Deutschen Reichsbahn innerhalb des deutschen Zollgebietes anzuliefern. Sie müssen sorgfältig verladen werden, so dafs Beschädigungen der Teile, insbesondere der Kupplungsgewinde, ausgeschlossen sind. Werfen beim Auf- und Abladen ist verboten.

*) Abgedruckt in Glasers Annalen vom 1. November 1925, S. 171 u. f.

Weglassung der Stofslücke im Hohlschwellengleis.

Von Finanz- und Baurat i. R. **R. Scheibe**, Dresden.

Die Stofslücken, die bisher unbestritten im Schienenstrang unentbehrlich sind, erleiden Störungen durch Vergröfserung oder Verkleinerung oder völliges Verschwinden, sobald die Schienen wandern. Die theoretische Voraussetzung für die Veränderung der Schienenlänge durch wechselnde Wärmeeinflüsse ist dann nicht mehr vorhanden. Die Folge hiervon ist u. a. der Eintritt gewisser Spannungen in der Schiene, da die Längsausdehnung unterdrückt wird. In den meisten Fällen können diese Spannungen, wenn das Gleichgewicht mit den Reibungswiderständen im Gleise sonst erhalten bleibt, lange Zeit fortbestehen. Jedenfalls ist anzunehmen, dafs sich in einer Gleisanlage infolge der Wärmeeinflüsse und der Wanderschubpressung die verschiedensten Spannungszustände herausbilden. Die Schädlichkeitsgrenze dieser Spannungen ist ziffernmäfsig noch nicht festgestellt, weshalb man sich im allgemeinen darauf beschränkt, um Gleisverwerfungen vorzubeugen, bei Sonnenhitze die Änderung der Reibungszustände zu verbieten.

Aus vorstehendem wird man folgenden wichtigen Schlufs ziehen dürfen: Wenn ein Oberbau gleich anfangs stofslückenlos hergestellt werden kann, weil er Vorkehrungen besitzt, die eine Steigerung der Wärme in der Schiene unschädlich für diese und ihren Zusammenhang mit dem Gleise machen, so wird dadurch ein sehr sicherer Gleiszustand erzeugt, der dauernd unabhängig von allen Temperaturwirkungen bleibt.

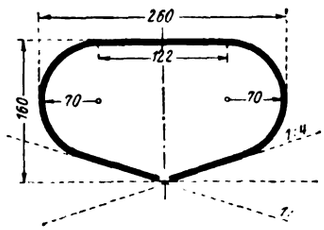
Diese Vorkehrungen müssen so sein, dafs bei einer Wärmesteigerung innerhalb einer Schienenlänge ein ungünstiger Einflufs auf deren Nachbarschaft ausgeschlossen ist und die Auswirkung aller auftretenden Kräfte, also auch der Unterdrückung der

Digitized by Google

Längsdehnung, d. h. der Verarbeitung der zwischen je zwei Schwellen entstehenden Spannung auf den Bereich einer Schiene beschränkt bleibt.

Das Mittel zur Erreichung dieses Zieles besteht nun darin, dafs

1. eine elastische, hohle, eiserne Schwelle verwendet wird mit einem grofsen Widerstandsmoment, einer grofsen Masse (durch Ausfüllung mit Bettungsstoff) und der Fähigkeit, alle erlittenen Betriebserschütterungen und Temperatureinflüsse in eine Biegungsarbeit ihrer Querschnittsform umzusetzen (Abb.).



2. Alle auf die Schiene wirkenden Beanspruchungen durch die starre Schienenbefestigung vollständig in die Schwelle gelangen.

3. Die Schiene mit der Eisenhohlschwelle durch eine aufserordentlich starke Aufpressung zu einem einzigen Körper so fest verbunden wird und verbunden bleibt, dafs er als fast homogen gelten kann. Dann fliefst die von der Schiene kommende Wärme dem stets kühleren Schwellenboden und von da dem umgebenden Bettungsstoff zu.

Die dauernd starke Aufpressung mit etwa 10400 kg wird vermittelst einer, die schwache Schwellendecke zu einer genügenden Widerstandsfähigkeit ergänzenden Verstärkungsplatte sowie mit einer besonders starken, die Klemmplatte exzentrisch durchsetzenden Hakenschraube erzeugt. Hierbei bleibt die Zugspannung von 8000 kg noch unter der Fliefsgrenze. Die stetige Wechselwirkung zwischen dieser Zugspannung und der Biegearbeit innerhalb der Schwelle ist die Gewähr für den dauernden Fortbestand der starren Befestigung.

In neuester Zeit wird den dynamischen Einwirkungen des Betriebs auf das Eisenbahngleis die gebührende Beachtung geschenkt. Das führt u. a. zu dem Bestreben, den Schienenstofs so stark zu gestalten, dafs in ihm die angreifenden Kräfte denselben Widerstand finden, wie in der Mitte der Schiene.

Eine Sonderfrage dazu wurde vom Verfasser im Verein mit dem Materialprüfungsamte der Dresdener technischen Hochschule untersucht; ein eingehender Bericht darüber soll folgen. Es läfst sich die Möglichkeit nachweisen, die in der Schiene sich sammelnde Sonnenwärme vermittels der starren Schienenbefestigung auf der eisernen, elastischen Hohlschwelle nach dieser und der sie einhüllenden Bettung so vollkommen abzuleiten, dafs sich die Aussicht eröffnet, durch unmittelbares Aneinanderstofsen der Schienenenden die Stofslücke entbehrlich zu machen. Damit wären dann stabile Grundlagen für die Konstruktion des Schienenstofses geschaffen.

Die durch die starre Befestigung unterdrückte Gesamtausdehnung der Schiene erzeugt in den einzelnen Schienenabschnitten zwischen je zwei Befestigungsstellen neue Spannungen, die, hier in die Schwellen abgeleitet, durch kleine Verdrückungen des Schwellenquerschnitts verarbeitet werden. Durch diese Biegungsarbeit im Querschnitte der elastischen Schwelle wird das infolge der Temperatursteigerung veränderte Gleichgewicht des Gleiszustandes wiederhergestellt und der Spannungszuwachs ausgeglichen.

In gleicher Weise, nur umgekehrt durch Verkürzung der Schiene spielt sich der Vorgang der Spannungsänderungen und Querschnittsverdrückungen bei Frostwirkungen ab.

Ist mit dem unmittelbaren Zusammenstofs der Stirnen zweier Nachbarschienen der schädliche Einflufs der dynamischen Angriffe auf den Schienenstofs in der Hauptsache ausgeschaltet, haben die Laschen nur noch die statischen Folgen der Trennungsfuge in der Schiene zu überwinden. Diese Aufgabe, die im wesentlichen darin besteht, den Schienenquerschnitt zu ersetzen, werden sie nunmehr leichter erfüllen können.

Nachdem durch die Wärmeableitung und die neue Verarbeitungsform der Stofskräfte die Ortsbeständigkeit des einzelnen Schienenpaares und damit die des ganzen Gleises herstellbar ist, können unbedenklich die Laschen mit den Schienenenden starr verschraubt werden, um bei der Aufnahme der Betriebslast im Stofsquerschnitt die Unwandelbarkeit der Fahrkante in lot- und wagrechter Richtung zu sichern.

Es wäre auch denkbar, die Schienen zu verschweifsen. Aber die starre Verschraubung läfst noch die Möglichkeit offen, die Schienen zu anderweiter Verwendung aus dem Gleise wieder rückgewinnen zu können.

Beim Walzen der Schienen sind kleine Verschiedenheiten in den Abmessungen der Laschenkammern unvermeidlich, die aber hinreichen, um beim jetzigen Vorgange des Radübertritts vom abgebenden zum aufnehmenden Schienenende Bewegungen und Abnützungen in den Laschenkammern (das sogenannte Arbeiten der Laschen) zu veranlassen.

Dieses Arbeiten wird zweifellos geringer werden, wenn die Stofslücken wegfallen. Da dieses Arbeiten aber abhängig ist von der Ruhelage der Fahrkante bei der Befahrung des Stofses, (d. h. vom Abstande der Stofsschwellen voneinander), so wird eine möglichste Verminderung dieses Abstandes in Verbindung mit der starren Verschraubung des Stofses die Einheitlichkeit des durchlaufenden Schienenstranges schon wesentlich besser gestalten.

Fränkel hat in Nr. 21 der »Gleistechnik 1925« (»Dynamische Einwirkungen auf das Gleis und insbesondere auf die Bauart des Stofses«) den Grundsatz aufgestellt, den Stofs unter dem Gesichtspunkt auszubilden, dafs er dynamisch nicht stärker beansprucht werde, als die Schienenmitte. Diesem Grundsatze kann aufser durch den Wegfall der Stofslücken und die starre Verschraubung noch dadurch Genüge geleistet werden, dafs die Abstände der Hohlschwellen am Stofse verringert und etwa wie folgt gestaltet werden:

a) beim ruhenden Stofs:

$$\ldots 80+80+60+50+40 \;\Big|\; 40+50+60+80+80 \ldots$$

b) beim schwebenden Stofs:

$$\ldots 80+80+75+55+42-3 \;\Big|\; 6-42+55+75+80+80 \ldots$$

Dabei ist angenommen, dafs man wieder zum ruhenden Stofs zurückkehren kann, wenn künftig die Schläge beim Übertritt des Rades über die Stofslücke als schädliche Haupteinflüsse wegfallen. Denn der ruhende Stofs auf der federnden Hohlschwelle ist ja auch elastisch. Ob es aber richtiger ist, den schwebenden Stofs mit nur 36 cm Stofsschwellenabstand (d. s. 10 cm Zwischenraum für die Stopfung) beizubehalten, wird wohl nur durch praktische Ausprobungen zu entscheiden sein.

Durch gleichzeitige Anwendung des geschlossenen Stofses, der starren Laschenverschraubung und der massigeren Stofsunterstützung, mufs eine Verbesserung des Stofses zustande kommen, vermöge deren die Stetigkeit der Fahrkante erreicht wird und gewahrt bleibt. Deshalb wird eine Bestätigung dieser Darlegungen durch Probestrecken allgemein erwünscht sein.

Zur Dynamik des Eisenbahnoberbaues.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Saller.

Die Frage, welchen Einflufs die Geschwindigkeit der Lastbewegung auf die Formänderungen der Tragwerke und des Eisenbahnoberbaues äufsert, ist seit langem Gegenstand der Aufmerksamkeit sowohl der Wissenschaft als auch der Ausübung. Die Wissenschaft war bisher, soviel mir bekannt, noch nicht soweit vorgedrungen, um diese Frage eindeutig beantworten zu können und Beobachtungen in der Wirklichkeit begegneten aufserordentlichen Schwierigkeiten. Einmal standen bisher geeignete Vorrichtungen für dynamische Messungen überhaupt nicht zur Verfügung und erst seit kurzem hat sich

Digitized by Google

die Hoffnung ergeben, solche Mefsvorrichtungen zu bekommen. Dann tritt aber weiter die grofse Schwierigkeit auf, die einzelnen Einflüsse, die zu den Wirkungen der Geschwindigkeit beitragen, auseinander zu halten. Zweifellos tragen zur Geschwindigkeitswirkung auch Einflüsse bei, die die Formänderungen vergröfsern. Hierher gehören alle Einwirkungen der Unregelmäfsigkeiten der Fahrbahn und der Fahrzeuge und, weil solche Unregelmäfsigkeiten und Unvollkommenheiten bei allen menschlichen Einrichtungen nie fehlen und im menschlichen Empfinden eine grofse Rolle spielen, so besteht in der Wirklichkeit die Gewöhnung, die Geschwindigkeit der Lastbewegung als einen schädlichen Einflufs zu behandeln. Man läfst ohne weiteres Gefahrstellen mit geminderter Geschwindigkeit befahren, ohne völlig darüber klar zu sein, ob es nicht vielleicht vorteilhafter wäre, die Last mit grofser Geschwindigkeit möglichst schnell über die Gefahrstelle hinwegzuführen. Man sagt ja auch, dafs ein Schlittschuhläufer eine schwache Stelle im Eis viel sicherer mit grofser Geschwindigkeit überfliege, als wenn er sie langsam befährt. In solchen Fällen, in denen die Wirklichkeit die Herausschälung von Einzeleinflüssen aus einem ganzen Bereich von solchen Einflüssen verschiedener Richtung nicht zuläfst, ist die Rechnung einzugreifen berufen.

In Heft 6, Jahrgang 1922 des Organs wurde für die Durchbiegungen am durchgehenden Oberbau die Formel aufgestellt:

$$y = \frac{\frac{1{,}414\,P}{m\,e^{\frac{3\pi}{4}}}\left\{\frac{v}{L}\,e^{-\frac{a}{2}t}\left[\sin\left(t\sqrt{A-\frac{a^2}{4}}\right)\left(2\frac{v^2}{L^2}+\frac{a^2}{2}+\frac{av}{L}-A\right)+\left(\frac{2v}{L}+a\right)\sqrt{A-\frac{a^2}{4}}\cos\left(t\sqrt{A-\frac{a^2}{4}}\right)\right]+\sqrt{A-\frac{a^2}{4}}\,.\,e^{\frac{3\pi}{4}}\,.\,0{,}707\left(\frac{2av}{L}+A+2\frac{2v^2}{L^2}\right)\right\}}{\sqrt{A-\frac{a^2}{4}}\left\{\left(2\frac{v^2}{L^2}+\frac{a^2}{2}+\frac{av}{L}-A\right)^2+\left(A-\frac{a^2}{4}\right)\left(\frac{2v}{L}+a\right)^2\right\}} \quad \ldots (1)$$

Diese Formel, die von der meiner Ansicht unerläfslichen, vereinfachenden Annahme ausgeht, dafs der Oberbau, wie es bei dynamischen Berechnungen zulässig ist, soweit es sich um Gewinnung grofser Gesichtspunkte handelt, als Langschwellenoberbau zu behandeln sei, leidet an dem Grundübel aller dynamischen Berechnungen, dafs sie aufserordentlich lang und schwerfällig ist. Man wird aber darum, mindestens zu Anfang, nicht herumkommen. Es sei nur daran erinnert, dafs zur Lösung des ganz einfachen Falles des beiderseits frei aufliegenden Trägers unter bewegter Last, noch dazu bei vernachlässigtem Eigengewicht eine umfangreiche Abhandlung Dr. Zimmermanns mit einer bisher unbekannten Lösung einer Differentialgleichung erforderlich war. Man wird daher bei dynamischen Berechnungen auch bezüglich Annäherungen einen etwas milderen Mafsstab anzulegen haben als bei statischen. Die Theorie der Dynamik des Eisenbahnoberbaues ist ja erst im Werden begriffen und man kann den Pionieren, die in dieses schwierige Gelände einzudringen versuchen, nicht gleich zumuten, dafs sie alles aufs bequemste herzurichten vermögen. Jedenfalls scheinen Berechnungen an üblichen Oberbauformen zu zeigen, dafs innerhalb der im Eisenbahnbetrieb gebräuchlichen Geschwindigkeiten bis über 100 km/h hinaus, der sin und cos-Ausdruck vernachlässigt werden kann. Damit vereinfacht sich die Gleichung sehr wesentlich zu

$$y = \frac{1{,}414\,P\,.\,0{,}707\left(\frac{2av}{L}+A+2\frac{v^2}{L^2}\right)}{m\left\{\left(\frac{2v^2}{L^2}+\frac{a^2}{2}+\frac{av}{L}-A\right)^2+\left(A-\frac{a^2}{4}\right)\left(\frac{2v}{L}+a\right)^2\right\}} \quad \ldots (2)$$

In diesen Gleichungen 1) und 2) ist y die Tiefe der Einsenkung, in deren tiefstem Punkt sich das Rad mit der Last P, gleichlaufend zur Ruhelage des Gleises, fortbewegt, v die Geschwindigkeit in cm/sek., m die an der Formänderung beteiligte Masse des Oberbaues, für die im Organ 1922, Heft 6 die von der Oberbauform völlig unabhängige Umrechnungsziffer 0,31736 berechnet wurde; $a = \frac{k}{m}$, wobei k die Dämpfungsziffer, $A = \frac{K}{m}$, worin K die sogenannte Wiederherstellungsziffer und L der in der Oberbauberechnung bekannte Wert $\sqrt[4]{\frac{4\,E\,J}{C\,b}}$ ist.

Was in dem mehrbenannten Aufsatz im Organ 1922 gegenüber früheren Berechnungen neu eingeführt wurde, ist die Berücksichtigung der Dämpfung der Schwingungen. Ich habe damals, zumal bei der Unsicherheit, praktisch zuverlässige Dämpfungswerte zu greifen, die Sache eigentlich mehr als eine Art Studie betrachtet, bin aber inzwischen zu der Überzeugung gekommen, dafs diese Einführung der Dämpfung der entscheidende Schritt zu einer für praktische Zwecke brauchbaren Theorie der Dynamik des Eisenbahnoberbaues ist. Man hat es am Eisenbahnoberbau tatsächlich mit aperiodischen Schwingungen zu tun. Der Oberbau schwingt unter den Verkehrslasten nicht mehrmals auf und ab, sondern er bewegt sich, aus seiner Ruhelage gestört, lediglich aperiodisch nach der Mittellage hin. Inwieweit er diese vorübergehend vielleicht eine Kleinigkeit überschreitet, ist eine zunächst noch Beobachtungen zu überlassende Frage, deren Klärung aber um so wichtiger ist, als von ihr die Gröfse der Dämpfungsziffer wesentlich abhängt. Die Berechnungsgrundlagen dieser Ziffer dürften im Organ 1922, Heft 6 erschöpfend gegeben sein. In früheren Berechnungen wurde immer Wert darauf gelegt, zu betonen, dafs nur auf Annäherungen Anspruch zu machen sei. Es möchte aber für den vorliegenden Fall des durchgehenden Schienenstranges, der unter bewegter Last eine Einsenkung erfährt, in deren tiefstem Punkt sich die Last weiterbewegt, ohne in Form von Hebungen oder Senkungen Arbeitsgröfsen zu leisten, dieser Vorbehalt wesentlich eingeschränkt werden. Er scheint nur soweit zu bestehen, als er durch die vereinfachende Annahme des Langschwellenoberbaues und durch die auch sonst für alle statischen Oberbauberechnungen gegebenen Annahmen begründet ist. Da aber bei der Verwickeltheit der Querschwellenoberbauberechnungen anzunehmen ist, dafs bei dynamischen Berechnungen nie zu einer befriedigenden Berücksichtigung der Querschwellenauflagerung zu gelangen sein wird, vielmehr immer die vereinfachende Annahme des Langschwellenoberbaues wird zugelassen werden müssen, so möchte fast die Überzeugung ausgesprochen werden, dafs in den obigen Formeln ein kleines, aber nicht unwesentliches Kapitel der »Dynamik des Eisenbahnoberbaues« geschrieben ist. Das hierbei angewendete Verfahren besteht also darin, dafs die wechselnde, ruhend gedachte Kraft ermittelt wird, unter der ein Punkt des Schienenstranges eines gedachten Langschwellenoberbaues die Senkungskurve durchläuft und dafs ermittelt wird, welche Änderung diese Senkung in ihrem Tiefstpunkte erfährt, wenn die Formänderung sich unter bewegter Last mit einer gegebenen Geschwindigkeit vollzieht. Es ist also in gewissem Sinn nichts anderes als eine den Verhältnissen angepafste Anwendung des wissenschaftlich genauen Verfahrens, das Dr. Zimmermann in seinen »Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last« unter Vernachlässigung des Eigengewichts angewendet hat. Es kann im vorliegenden Fall des durch-

Digitized by Google

gehenden Oberbaues aber nicht von der Kurve für ruhende Last ausgegangen werden, da diese einfach der ruhenden Gleisbahn gleichläuft.

Im Organ 1922 wurde die Formel auf den Haarmannschen Starkstofs angewendet, weil dieser schon früheren Berechnungen ohne Berücksichtigung der Dämpfung zugrunde lag und daher Vergleiche ermöglichte, und auch weil für diesen Querschwellenoberbau Haarmann anscheinend recht brauchbare Zahlenangaben für Umrechnung der Trägheits- und Widerstandsmomente auf Langschwellenoberbau gegeben hat. Wenn hier auf diese Berechnungen nochmals zurückgekommen wird, so geschieht dies einmal, weil sie inzwischen noch auf kleinere und gröfsere Geschwindigkeiten ausgedehnt wurden, und dann sehr wesentlich deshalb, weil Gelegenheit besteht, die ganzen rechnerischen Ergebnisse an einfachen Schaubildern, Abb. 1 und 2, der schnellen übersichtlichen Beurteilung zugänglich zu machen. Wenn in den Werten gegenüber früheren Zahlenangaben an sich recht geringfügige Abweichungen vorkommen, so wäre dies dem Rechenschieberverfahren und dem Umstande, dafs die Berechnungen diesmal für den ganzen Umfang aus einem Gufs erfolgten, zugute zu halten. Aus den Schaubildern geht hervor, dafs bei Annahme aperiodischer Schwingungen bei einer Dämpfung, die eine Rückkehr des aus seiner Ruhe gestörten Oberbaues gerade in seine Mittellage voraussetzt, die Geschwindigkeit der Lastbewegung an sich von allem Anbeginn ab schonend wirkt. Dafs etwas derartiges zu erwarten sein mufste, war wohl von vornherein klar. Es entspricht unserem Empfinden, dafs ein Oberbau, der seine Last nur kurz zu tragen hat, losgelöst von allen Unvollkommenheiten der Fahrbahn und der Fahrzeuge mit einer geringeren Widerstandsleistung durchkommt als der, der die Dauerwirkung der Last auszuhalten hat. Recht viel macht ja freilich im Rahmen üblicher Geschwindigkeiten diese Einschränkung der Formänderung nicht aus. Sie erreicht bei Oberbauten, die sich dem Haarmannschen einigermafsen angleichen, bis zu 108 km/h-Geschwindigkeit nur etwa 7 v. H. Wenn man sich aber aus dem Bereich üblicher Geschwindigkeiten entfernt, so erkennt man, wie die Formänderung mit Zunahme der Geschwindigkeit schnell ab nimmt, und bei »astronomischen« Geschwindigkeiten sichtlich asymptotisch der Null zueilt. Selbstverständlich wird es sehr schwer möglich sein, dieses wissenschaftliche Ergebnis durch Versuche der Ausübung zu bestätigen und den reinen Einflufs der Geschwindigkeit aus den von allen Seiten übermächtig eindringenden Einflüssen der Unregelmäfsigkeiten der Fahrbahn- und der Verkehrslasten loszulösen. Aber immerhin ist auf schwieriger Bahn ein entscheidender Schritt weiter getan, wenn der wissenschaftliche Nachweis gelungen und bis zu den äufsersten Grenzen durchgeführt ist, dafs die Geschwindigkeit als solche, frei von allen Nebeneinflüssen, schonend wirken mufs.

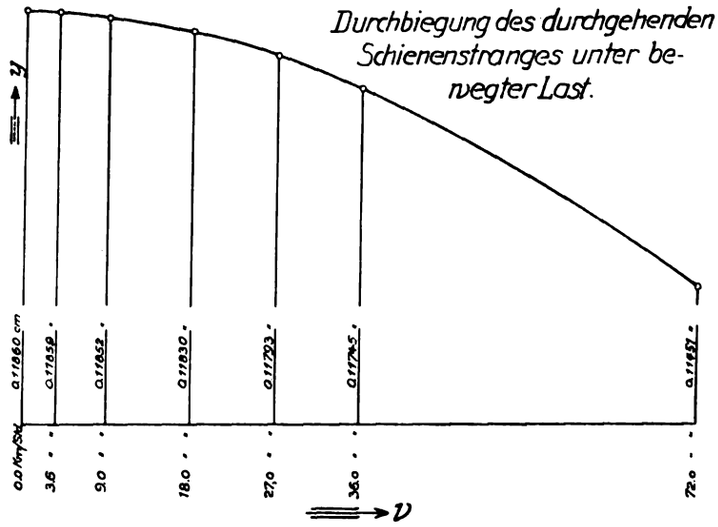


Abb. 1.

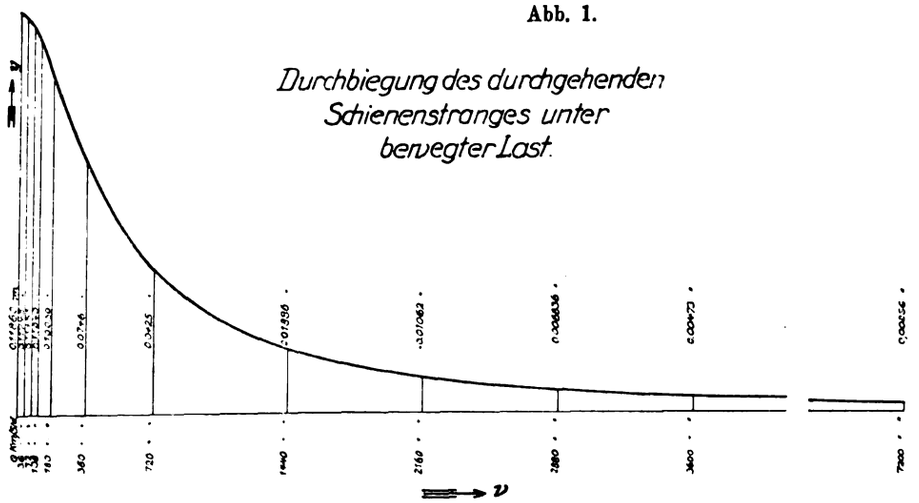


Abb. 2.

Für den Fall des Schienenstofses in Form des durchgehend elastisch gelagerten Trägers mit Gelenkverbindung wurde im Organ 1922, Heft 6 die Formel schon aufgestellt. Da hier die Last in Form von Senkungen Arbeit leistet, kann es sich nur um eine Annäherung handeln. Der Verfasser hofft auf diesen Fall noch zurückkommen zu können.

Der Ebertsche Schienenstofs mit tragender Unterlage und nicht tragenden Laschen.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl.**

In einer Zeit, in der man sich ernstlich damit befafst, durch Schweifsung lange Gleisstrecken herzustellen, um die Nachteile der Gleisstöfse zu vermeiden, gewinnt der Dreischwellenstofs, den der als bedeutender Brücken- und Eisenstatiker bekannte Dr. Ing. e. h. E. Ebert in München schon im Jahre 1909 in Vorschlag gebracht hat, erhöhte Bedeutung und darf Anspruch auf eine eingehende Prüfung erheben.

Die Konstruktion des Oberbaues lag früher — und liegt meines Erachtens auch heute noch — viel zu wenig in Händen von Statikern. Um so mehr sollten Vorschläge Beachtung finden, die von reinen Statikern ausgehen und grundsätzliche Verstöfse gegen statische Gesetze aufdecken und zu beseitigen suchen. Ebert hat zuerst auf den scharfen Widerspruch hingewiesen, der darin besteht, dafs man einerseits die Stofslaschen fest an die Schienen anpressen will, um sie zum »Mittragen« zu zwingen, andererseits verlangt, dafs die Schienenenden frei den Temperaturschwankungen folgen können sollen. Der Brückeningenieur, der solche Forderungen bei einer Brückenkonstruktion aufstellen würde, würde seinen guten Ruf bald verloren haben. Ebert erkannte diesen statischen Widerspruch und suchte — obwohl nicht Oberbaufachmann — eine statisch einwandfreie Lösung mit seinem Schienenstofs mit nicht tragenden Laschen.

Um so mehr mufs es Wunder nehmen, dafs z. Zt. noch

Digitized by Google

gegenteilige Bestrebungen bestehen, die das Anpressen der Laschen sogar durch besondere Mittel verstärken wollen. Unter Beachtung des von Ebert scharf betonten Widerspruches ist es meines Erachtens doch unbedingt zu verwerfen, wenn — wie Liman & Petsold, Fabrik für Eisenbedarf Wien XII auf der Verkehrsausstellung München mit der nachstellbaren Schlitzlasche (Patent Brudeck-Petsold) dies vorschlug (Gleistechnik 1925, Heft 17) — die Laschen möglichst stark an Schienenfufs und Kopf angeprefst werden, damit sie »tragen«. Es ist meines Erachtens höchste Zeit sich von solchen statischen Unstimmigkeiten frei zu machen.

Bei dem heutigen Stande der Gleistechnik ist mit dem Ebertschen Schienenstofs eine ganze Reihe von Problemen verknüpft, auf die hingewiesen werden mufs. Die Probleme sind:

1. Verstärkung der an sich bisher schwächer als die durchlaufenden Schienen wirkenden Stöfse durch Eisenbetonroste in der Bettung oder durch Stampfen der Bettung im Stofs;
2. Beseitigung der Stöfse durch Verschweifsung der Schienen;
3. Aneinanderrücken der Schwellen am Stofs auf kleinsten Abstand unter Erschwerung des Unterstopfens;
4. Verwendung der neueren Doppelschwellen.

Die Ebertsche Stofskonstruktion ist, wie von einem so hervorragenden Statiker und Praktiker nicht anders zu erwarten, so gründlich durchdacht und durchkonstruiert worden, sie hat sich in der langen Reihe von 16 Jahren an den bayerischen Versuchsstrecken so glänzend bewährt, dafs unter Berücksichtigung der von Ebert in der Gleistechnik 1925, Heft 15 vorgeschlagenen geringen Verbesserungen eine Stofskonstruktion vorliegt, die nach Umständen geeignet ist, alle die oben genannten Probleme umwälzend zu beeinflufsen.

Ebert hebt in seiner neuen Veröffentlichung das starke Einfressen des Stemmlappens der Laschen in die Klemmplättchen besonders hervor und meint, dafs dieser konstruktive Mangel durch eine kräftigere Gestaltung der Klemmplättchen leicht behoben werden könnte. Dem ist entgegenzuhalten, dafs das Einfressen der Stemmlappen keinesfalls eine der Ebertschen Konstruktion anhaftende Eigentümlichkeit ist, noch dazu, nachdem die Versuchsstöfse in einer starken Bremsstrecke liegen. Dieses Einfressen der Laschenstemmlappen in die Klemmplatten tritt bei allen Stofskonstruktionen auf, wenn die Wanderungen der Schienen nicht schon durch die Schwellen in Schienenmitte abgefangen werden (Rambachersche Stützklemmen).

Dieser Mifsstand hat seinerzeit Anlafs gegeben, die wanderfreie Stofslasche anzuwenden, die eine freie Bewegung der Schienen über die Schwellen weg gestattet, in der Absicht, dem Stofs den Wanderschub vollständig abzunehmen und ihn nicht gleichzeitig auf Biegung und Schub — also doppelt zu beanspruchen. Diese Gleise haben dann sehr starke Wanderungen erfahren, weil gewöhnlich in Schienenmitte kein genügender Schutz gegen die Wanderung angebracht wurde. Meines Erachtens ist der goldene Mittelweg richtig, den Stofs in mäfsiger Weise zum Widerstand gegen die Wanderung heranzuziehen und den Haupt-Wanderschutz auf die Schienenmitte zu verlegen.

Es würde nichts hindern, den Ebertschen Stofs ebenfalls wanderfrei zu gestalten durch Anwendung wanderfreier Stofslaschen — doch möchte ich dieser Anordnung nach dem Obigen nicht das Wort reden. Eine wesentliche Verbesserung gegen den Wanderschub ist bei dem Ebertschen Stofs leicht möglich durch Einlegen von geprefstem Pappelholz zwischen Schienenfufs und Tragplatte, wodurch bekanntlich die Wanderung fast vollständig abgefangen werden kann.

Keinesfalls kann die Verwendung der Winkellaschen und der normalen Klemmplättchen beim Ebertschen Stofs als konstruktiver Fehler bezeichnet werden, so wenig dies für die heutigen sonstigen Stöfse mit Winkellaschen geschieht.

Ganz besonders soll darauf hingewiesen werden, dafs der Statiker Ebert den Mut besitzt, dem Vorurteil vom »festen Stofs«, dem Schlagwort »vom Hammer und Ambofs« entgegenzutreten.

Es wäre vielleicht auch veranlafst hier gegen das heute nicht selten anzutreffende Vorurteil über eine sogenannte »harte Bettung« einiges auszuführen — doch soll dies bei anderer Gelegenheit geschehen.

Es ist doch statisch ohne weiteres klar, dafs, wenn der Stofs sicher und ohne wesentliche Durchbiegung mittels der kräftigen ⊔förmigen Tragplatte auf drei Schwellen auflagert, die befürchteten Nachteile eines festen Stofses nicht mehr auftreten können. Der sogenannte feste Stofs ist eben nur dann schädlich, wenn er nicht fest ist. Demgegenüber ist selbst der neueste Stofs auf den Doppelschwellen eher als gefährlicher fester Stofs anzusehen, da dieser trotzdem noch statisch schwächer erscheint als der Ebertsche Stofs. Von einem harten Befahren kann ebensowenig eine Rede sein wie bei den Schienenmitten oder etwa bei Schienen auf Brücken und die 16jährigen Erfahrungen an den Ebertschen Stöfsen beweisen doch auch, dafs die Schienenköpfe, die bei sogenannten festen Stöfsen leicht breit geschlagen werden, keinerlei unterschiedliche Abnützung gegenüber den sonstigen schwebenden Stöfsen aufweisen.

Ich komme zu dem Ergebnis, dafs dem Ebertschen Stofs eine derartige Bedeutung zukommt, dafs damit geradezu die folgenden grundsätzlichen Fragen auftauchen und gestellt werden müssen: Was ist besser? Die Bettung am Stofs mit Eisenbetonrosten verstärken, oder lange Schienen zu schweifsen, oder die Schwellenlager zu verbreitern, oder den Ebertschen Stofs anzuwenden und auf diese Weise die gleiche Tragfähigkeit der Schiene am Stofs wie in der Schienenmitte zu erzielen?

Wenn mich mein statisches Gefühl nicht täuscht, ist der Ebertsche Stofs vielleicht berufen, in der einfachsten Weise die Vorteile zu bringen, die mit allen möglichen anderen Mitteln bisher erstrebt wurden.

Es ist ja zweifellos ein Verdienst der ehemaligen bayerischen Staatseisenbahnverwaltung, dafs sie Gelegenheit gegeben hat, eine Anzahl solcher Ebertscher Stöfse zu erproben, es sollte aber unbedingt durch die Reichsbahn Gelegenheit gegeben werden, eine gröfsere Strecke mit Stöfsen auszurüsten und durch Versuche im Grofsen eingehend zu untersuchen, ob hierdurch nicht eine neue bahnbrechende Verbesserung unserer Gleise erzielt werden kann.

Der Preis der winkt, scheint mir wohl des Schweifses der Gleiswirte wert zu sein — und achtlos an dem Vorschlag eines so bedeutenden Statikers wie Ebert vorüberzugehen, wäre eine Versündigung gegen den gesunden Fortschritt.

Aus amtlichen Erlassen.

Änderung der Achsschenkel der Wagenradsätze bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Häufige Heifsläufer bei den Güterwagen mit 20 t Ladegewicht gaben Anlafs, nach einer wirksamen Abhilfe ohne wesentliche Änderung der Abmessungen der Achsschenkel der Wagenradsätze der Regelbauart zu suchen. Die Schweizerischen Bundesbahnen hatten mit Radsätzen für neuere Wagen mit äufseren, senkrecht angesetzten Schenkelbunden und 2 mm Übergangshalbmesser sowie mit dem Glätten der Achsschenkel durch Stahlwalzen sehr gute Erfahrungen gemacht.

Der senkrechte Anlauf mit vermehrter Druckfläche in wagrechter Richtung bietet in Hinsicht auf Verminderung des

Digitized by Google

Warmlaufens und Verhinderung des Aufsteigens der Lagerschalen auf den Bund wenigstens nach aufsen grofse Vorteile; eine gleichartige Änderung an der inneren Seite ist wegen der Verminderung des Ausrundungshalbmessers von 15 auf 2 mm ohne Änderung des Achsschenkels aus Festigkeitsgründen nicht möglich.

Infolge der Verwendung des neuen Ölabstreifringes mufs der Notlauf möglichst glatt sein, daher soll auch er poliert werden.

Der Spielraum zwischen Achslagerschale und Schenkelbund beträgt auf der Innenseite 5 und auf der Aufsenseite 2,5 mm; der Unterschied ist deshalb gewählt, weil sonst bei ungenauer Arbeit die Lagerschalen die ebenen Anlaufflächen gar nicht berühren würden und der Seitendruck von der Hohlkehle am Notlauf des entgegengesetzten Schenkels aufgenommen würde.

In Zukunft sind daher nach den Anordnungen der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft alle neuen Radsätze mit 200 mm langen und 115 mm starken Achsschenkeln an den äufseren Achsschenkelbunden mit ebenen Bundflächen bei 2 mm Abrundungshalbmesser und mit hochglanzpolierten Achsschenkel- und Notlaufflächen zu liefern.

Ebenso sind von den Werkstätten alle vorhandenen Radsätze der nämlichen Bauart gelegentlich erforderlicher Dreharbeit an den Achsschenkeln in gleicher Weise abzuändern und auf Hochglanz zu polieren.

Die Eingüsse der Achslagerschalen werden der neuen Schenkelform angepafst und an der vorderen Stirnseite der Schale mit S gekennzeichnet. (S bedeutet: Schweizer Bauart). Nur in dringenden Fällen, wenn Lagerschalen mit S-Eingufsform nicht zu beschaffen sind, können Lagerschalen mit der alten Eingufsform noch für Achsschenkel neuer Bauart verwendet werden. Bttgr.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Das Eisenbahnsystem Chinas.

Der von dem Direktor C. S. Liu der chinesischen Staatseisenbahnverwaltung verfafste Bericht des Eisenbahndepartements an das Ministerium für Transportwesen enthält eine Reihe sehr interessanter Ziffern, die ein Bild von dem Eisenbahnwesen des Reiches der Mitte geben.

Zu Ende des Jahres 1923 zählte China 7456 englische Meilen Bahnlinien (rund 12000 km), wovon 4614 Meilen (7430 km) Haupt- und Nebenlinien dem chinesischen Staate gehörten und von diesem betrieben und verwaltet wurden.

Das staatliche Bahnnetz Chinas umfafst 17 verschiedene Linien, die 19 chinesische Provinzen durchziehen. Die Herstellungskosten schwanken natürlich bedeutend, je nach den Geländeverhältnissen, und bewegen sich zwischen 88000 bis 227000 Dollar pro Meile (1609 m.) Bei einer Bruttoeinnahme von rund 120 Millionen Dollar entfallen auf die Betriebsführung 65 Millionen Dollar, mithin gegen 54 v. H. Auf den Personenverkehr entfielen 32,34 v. H. und den Frachtverkehr 59,04 v. H. der vorgenannten Einnahmen. Im Durchschnitt kommen auf jeden Reisenden 84, auf jede Tonne 172 Fahrkilometer. Auf eine Bahnmeile entfallen durchschnittlich rund 25 Bahnbedienstete.

Nächst diesen Staatslinien besitzen die sogenannten „Konzessionslinien", die von fremden Gesellschaften gebaut und betrieben werden, grofse Bedeutung. Da wäre vor allem die Chinesische Ostbahn zu nennen, ferner die südmandschurische Eisenbahn, die englische Section der Kowloon—Canton Bahn, die Normalspur besitzt und die Yunnan-Bahn mit Meterspur. Diese vorgenannten Konzessionslinien besitzen eine Gesamtlänge von 2080 englischen Meilen oder 3347 km.

Schliefslich besitzt China noch etwa 36 private Bahnlinien, deren Länge zwischen 3 bis 400 km schwankt und zusammen ungefähr 1230 km beträgt. Ihre Spurweite ist sehr verschieden. Einige besitzen Regelspur, andere die Meter- oder auch Schmalspur von 24 bis 30" engl. Die zumeist von privatem Kapital gebauten Linien sind nicht allein für den Personenverkehr bestimmt, sondern dienen auch in Industrieanlagen und Erzlagern als Schleppbahnen.

Der Wagenpark der chinesischen Staatsbahnen betrug Ende 1923 dem Berichte zufolge: 1121 Lokomotiven, 1698 Personen- und 16768 Güterwagen; bei den konzessionierten Linien sind die entsprechenden Ziffern: 952, 1330 und 16602. Die Privatlinien besafsen 126 Lokomotiven, 211 Personen- und 2026 Güterwagen.

Das ungefähr 1,9 Millionen Quadratmeilen messende, von einer Bevölkerung von 439 Millionen Menschen erfüllte Reich besitzt somit im Durchschnitte nur 17 Meilen Bahnlänge auf je eine Million Einwohner und 4 Meilen Bahnlänge auf je 1000 Quadratmeilen. Die entsprechenden Ziffern für Japan sind beispielsweise 124 bzw. 47, für Indien 146 bzw. 32 und für die Vereinigten Staaten Amerikas 2294 bzw. 72.

Im vorangeführten Berichte wird hervorgehoben, dafs infolge der grofsen Ausdehnung der Wasserstrafsen in China das Verhältnis zwischen Eisenbahn, Bevölkerungszahl und Bodenfläche stets niedrig bleiben dürfte. G. W. K.

(Engineering News, Nov. 25.)

Die Eisenbahnen Boliviens.

Am 25. Juli des heurigen Jahres wurde die Eisenbahnlinie von Atocha nach Villazon (Bolivien) eröffnet und mit ihr ein Bindeglied geschaffen zwischen vier südamerikanischen Staaten. In Villazon schliefst die Linie an das argentinische Bahnsystem an, in Atocha mit der Antofogasta (Chile) und Bolivia-Eisenbahn via Arica La Paz und nach Arica oder durch die Guayaquil—La Paz Eisenbahn mit den bedeutenderen Städten Perus.

In Bolivien sind gegenwärtig rund 1700 km Bahnlinien vorhanden, doch ungefähr noch zweimal so viel km zur Ausführung beschlossen.

Die bedeutendste Bahn dieses südamerikanischen Staates ist wohl die Bolivia Eisenbahn Co. Ltd., welche 670 km Länge besitzt und mit der Antofogasta und Bolivia-Eisenbahn noch auf chilenischem Boden 443 km Geleise liegen hat. Der seinerzeitige Bau erforderte die Summe von rund 124 Millionen Goldmark. Die einzelnen Linien sind die von Oruro nach Viacha führende (125 Meilen); die Linie Oruro-Cochabamba (127 Meilen); die Linie Rio Mulato-Potosi (108 Meilen) und die Verbindung Uyumi—Atocha (56 englische Meilen).

Eine andere sehr wichtige Bahn Boliviens bildet die fast 100 km lange Guaqui—La Paz Eisenbahn, welche von der bolivischen Regierung bereits im Jahre 1900 erbaut wurde und im Jahre 1910 durch Verkauf an ein peruanisches Konsortium überging, wobei sich aber Bolivien gleichzeitig die Kontrolle der Bahn vorbehielt.

Durch den Bolivisch-Chilenischen Krieg in den Jahren 1879 bis 1883 kamen Teile der Provinz Arica an Chile. Im Jahre 1904 kam zwischen diesen beiden Staaten nun ein Abkommen zustande, demzufolge Chile eine Bahnlinie von La Paz nach Arica baue, auf der Bolivien jederzeit das Recht habe, Bahnzüge über chilenisches Territorium frei verkehren zu lassen.

Im Jahre 1913 wurde diese Bahnlinie nun dem Verkehre übergeben. Die Arica—La Paz Eisenbahn besitzt somit 244 km Bahnlinien in Bolivien und 201 km in Chile.

Betreffs der eingangs erwähnten heuer eröffneten wichtigen Bahnlinie Atocha—Villazon wäre zu erwähnen, dafs bereits im Jahre 1894 ein Übereinkommen zwischen den Regierungen von Bolivien und Argentinien zustande kam, demzufolge Argentinien seine nordwärts führende Central-Eisenbahn bis an einen geeigneten Anschlufspunkt an die bolivische Grenze auszubauen hätte, und Bolivien gleichfalls dies mit seinem Bahnnetze gegen die argentinische Grenze hin anstrebte. G. W. K.

Digitized by Google

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Das Oberbauprogramm der Deutschen Reichsbahn.

Über dieses wichtige Wirtschaftsgebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft werden uns folgende Einzelheiten mitgeteilt.

Der Oberbau besteht aus den Gleis- und Weichenanlagen und dem Gleisbett. Diese Fahrbahn macht etwa 21 % des gesamten Anlagekapitals der Reichsbahn aus. Die stete Erneuerung ist im Interesse des Verkehrs nötig. Die Beschleunigung des Verkehrs hängt von dem Zustand des Oberbaues ab. Vor dem Kriege wurden jährlich 5,33 % (das sind rund 4000 km) der durchgehenden Hauptgleise erneuert. In den Jahren 1915 bis 1924 war es nach der wirtschaftlichen Lage nur möglich, etwa 2,75 % (das sind rund 2,100 km) zu erneuern, trotzdem mindestens 4 % (das sind 3000 km) hätten erneuert werden müssen. Die Reichsbahn ist also mit 9600 km im Rückstand und kann deshalb nicht mehr die im Interesse der Wirtschaft gewünschte Verkehrsbeschleunigung durchführen.

In Wirklichkeit ist also die Reichsbahn gezwungen, aus der Substanz zu leben. Zehrt doch die Nichtdurchführung des notwendigen Oberbauprogramms an dem Material, zumal 520 Millionen Mark jährlich aufgewendet werden müfsten für die planmäfsige Unterhaltung, Erneuerung und Nachholung der Rückstände.

Von den zum Betriebe der Eisenbahnen nötigen Anlagen ist der Oberbau mit einer der wichtigsten und wertvollsten Bestandteile. Der Wert dieser Fahrbahn kann auf 21 % des gesamten Anlagekapitals der Reichsbahn geschätzt werden. Nur wenn die Fahrbahn in bezug auf Bauart und Unterhaltung gut imstande ist, ist es hier, wie auch bei allen anderen Fahrwegen, möglich, die aufkommenden Lasten mit der erwünschten Beschleunigung sicher zu befördern. Wie sieht es nun hiermit bei dem Oberbau der Reichsbahn heute aus?

In der Vorkriegszeit hat der Oberbau in Anpassung an die Erfordernisse des Betriebes und Verkehrs immer in ausreichendem Mafse unterhalten und rechtzeitig erneuert werden können, wobei auf künftige Erhöhungen der Zuglasten weitgehend Rücksicht genommen worden ist. So sind in den Jahren 1905 bis einschliefslich 1914 im Durchschnitt 5,33 v. H. der durchgehenden Hauptgleise jährlich vollständig erneuert worden, was einer durchschnittlichen Liegedauer der Gleisbaustoffe in diesen Gleisen von rund 19 Jahren entsprach. Die nach dieser Liegedauer ausgebauten, ungefähr zu 66 v. H. noch brauchbaren Stoffe wurden zur Unterhaltung der übrigen Gleise und zu Bauausführungen verwendet. Sie lagen in diesen Gleisen schätzungsweise noch 20 Jahre, so dafs die Gesamtlebensdauer damals zu ungefähr 39 Jahren angenommen werden konnte. Selbstverständlich haben nicht alle Oberbaustoffe eine so lange Lebensdauer; ein Teil der Stoffe, namentlich gewisse Kleineisenteile, mufs häufiger ersetzt werden.

Der Krieg hatte eine zunehmende Stoff- und Arbeiterknappheit zur Folge; dabei waren die betrieblichen Beanspruchungen nicht geringer als im Frieden. Es konnten nur die dringendsten Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten meistens auch nur mit ungeschulten Kräften und unter teilweiser Verwendung minderwertiger Ersatzstoffe ausgeführt werden. Der Bau- und Unterhaltungszustand des Oberbaus wurde infolgedessen ein immer ungünstigerer. Auch die Nachkriegszeit brachte zunächst keine wesentliche Besserung. Wohl standen bald Arbeitskräfte in reichlicher Anzahl zur Verfügung; aber die Gesamtarbeitsleistung war trotzdem nur gering, weil der Arbeitswille durch die Zeitverhältnisse stark beeinträchtigt war. Dazu kam, dafs die Beschaffung der nötigen Stoffe immer wieder auf Schwierigkeiten stiefs. Einmal bedurfte die Industrie nach dem Kriege einer gewissen Zeit, um sich auf Friedenserzeugnisse umzustellen. Dann kamen die Wirkungen der Inflation, die eine fühlbare Vernachlässigung der Inlandversorgung zugunsten der Ausfuhr zur Folge hatten, und schliefslich die Besetzung des Ruhrgebiets, die jegliche Lieferung aus diesem für die Versorgung der Reichsbahn hauptsächlich in Betracht kommenden Industriegebiete unmöglich machte. Alle diese Schwierigkeiten liefsen es weder dazu kommen, das im Kriege Versäumte nachzuholen, noch in der Nachkriegszeit zu einer ausreichenden, geordneten Unterhaltung und Erneuerung der Gleise überzugehen. Es konnte nur immer das zur Aufrechterhaltung und Sicherheit des Betriebes jeweilig unmittelbar Notwendige ausgeführt werden, wobei aus Mangel an Stoffen viele Arbeiten bewufst unwirtschaftlich ausgeführt werden mufsten. In den Jahren 1915 bis einschliefslich 1924 haben infolgedessen im Durchschnitt nur 2,75 v. H. der Hauptgleise jährlich erneuert werden können, was die Erhöhung der durchschnittlichen ersten Liegedauer der Gleisbaustoffe in diesen Gleisen auf rund 36 Jahre und der Gesamtliegedauer auf 79 Jahre bedeuten würde; also auf das Doppelte der Liegedauer vor dem Kriege. Die nach dieser Liegezeit aus den Hauptgleisen ausgebauten Stoffe könnten, auch schon im Hinblick auf die unzureichende Unterhaltung in der Kriegs- und Nachkriegszeit zur Unterhaltung der übrigen Gleise nur in geringem Umfange wieder verwendet werden, wodurch auch der Unterhaltungszustand der Nebengleise weiter erheblich beeinträchtigt würde. Die Ungunst der gesamten politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse hat es dahin gebracht, dafs in den Jahren von 1915 bis heute an der Substanz des Oberbaues der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gezehrt ist. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft wird deshalb in den nächsten Jahren erhebliche Mittel aufwenden müssen, um das in der Kriegs- und Nachkriegszeit Versäumte sobald als möglich nachzuholen.

Der Umfang der jährlich auszuführenden vollständigen Gleiserneuerungen mit Neustoffen ist von der Gesamtlebensdauer der Gleise abhängig. Nimmt man nach den bisherigen Erfahrungen an, dafs bei normalen Verhältnissen die äufserste Lebensdauer der Gleisbaustoffe unter Berücksichtigung der verbesserten Oberbaukonstruktionen und Unterhaltungsmethoden künftig im allgemeinen auf etwa 46 Jahre bemessen werden kann, so ergibt sich für die Hauptgleise eine Erneuerungslänge von jährlich 4 v. H., was einer Liegedauer in den Hauptgleisen von 25 Jahren entspricht. Eine Unterschreitung dieser Grenze würde eine Überalterung der Gleise und damit eine Einbufse an Leistungsfähigkeit zur Folge haben, die im Hinblick auf die wachsenden Lokomotiven und Wagengewichte die allgemein erwünschte Erhöhung der Zuggeschwindigkeiten unbedingt vermieden werden mufs. Alle Errungenschaften auf maschinentechnischem Gebiet, wie die Verwendung schwerer, leistungsfähiger Lokomotiven und von Grofsgüterwagen sowie die schnellere Beförderung der mit durchgehender Bremse ausgerüsteten Güterzüge, schliefslich auch die Erhöhung der Geschwindigkeiten der Schnellzüge auf das frühere Mafs, müfsten hinfällig werden, weil der Oberbau diesen Anforderungen dann nicht mehr gewachsen wäre.

Zu diesen normalen Erneuerungen mufs auch die Nachholung der Rückstände aus den Jahren 1915 bis 1924 treten. Diese müssen sobald als möglich ausgeführt werden, um die Gleiswirtschaft wieder in geordnete Bahnen zu leiten und damit rechtzeitig die Grundlage für eine gesunde Fortentwicklung des Unternehmens zu schaffen. Unter Zugrundelegung des vorstehend angenommenen Satzes von 4 v. H. ergibt sich für die rückliegenden Jahre ein Rückstand an Gleiserneuerungen von $(4{,}0 - 2{,}75) \cdot 10 = 12{,}50$ v. H. oder bei einer Länge der durchgehenden Hauptgleise von 76628 km = rund 9600 km. Die Gesamtkosten für diese rückständigen Arbeiten sind auf mindestens 430 Millionen Mark zu schätzen. Wird diese nachzuholende Erneuerung auf den Zeitraum von sechs Jahren verteilt, so ergibt sich eine jährlich nachzuholende Erneuerungslänge von rund 1600 km. In den kommenden sechs Jahren werden also aufser der planmäfsigen Erneuerung von 4 v. H. = 3000 km noch weitere rund 1600 km zu erneuern sein, insgesamt mithin 4600 km. In den nächsten Jahren müfsten an Geldmitteln für die planmäfsige Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaus und für die Nachholung der Rückstände insgesamt etwa 520 Millionen Mark jährlich aufgewendet werden.

Inwieweit dieses Programm in den nächsten Jahren wird durchgeführt werden können, hängt lediglich von der finanziellen Leistungsfähigkeit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ab. Sollte die allgemeine Wirtschaftslage weiter, wie jetzt, gedrückt bleiben, und sollten dementsprechend die Verkehrseinnahmen sich weiterhin ungünstig entwickeln, so ist an eine Nachholung der Rückstände in absehbarer Zeit selbstverständlich nicht zu denken. Die sich hieraus ergebenden Folgen sind nicht schwer zu erkennen. Auf die im Interesse unserer Volkswirtschaft dringend erwünschte weitere Beschleunigung der Züge müfste verzichtet werden. Die zur Zeit schon schlecht beschäftigte Industrie würde, soweit die Reichsbahn in Betracht kommt, auf keine Erhöhung der Lieferungsaufträge für Oberbaustoffe rechnen können. Der jetzt bestehende ungesunde Zustand, dafs die vorhandenen Produktionsanlagen nur ganz ungenügend ausgenutzt werden können, würde mithin weiter bestehen bleiben und das Heer der Erwerbslosen würde sich eher vergröfsern als vermindern.

Digitized by Google

Lokomotiven und Wagen.

Selbsttätige Kupplung in Japan.

Im Jahre 1913 wurde von den japanischen Staatsbahnen beschlossen, die selbsttätige Kupplung einzuführen und nach längeren Untersuchungen die Sharon-Type gewählt. Es kamen 3000 Lokomotiven, 9000 Personenwagen und 52000 Güterwagen in Frage und hierzu noch 5000 Fahrzeuge aller Art von Privatbahnen. Die Vorbereitungsarbeit begann im Jahre 1919 mit der Ausgabe von Zeichnungen für die neue Kupplung und dem Einbau in die vorhandenen Fahrzeuge.

Der Umbau wurde in drei Arbeitsgängen vorgenommen. Zuerst wurden gelegentlich der Instandsetzung oder Untersuchung der Fahrzeuge an den Zugvorrichtungen unter den Wagen und an deren Stirnseiten die nötigen Auswechslungen vorgenommen. Dann wurden die Kupplungen für die Güterwagen verteilt und unter dem Wagenrahmen kreuzweise eingehängt, die Entkupplungshebel wurden gebrauchsfertig eingebaut. Die Kupplungen an den in Betrieb befindlichen Personenwagen wurden in der Zeit vom 1. bis 10. Juli 1925 ausgewechselt, an den in den Werken befindlichen Personenwagen vom 11. bis 16. Juli. Im dritten Arbeitsgang wurden alle Kupplungen untersucht und geprüft, Bolzen und Muttern geölt, um einerseits die Endarbeit zu erleichtern, andererseits die damit noch nicht vollkommen vertrauten Beamten und Arbeiter einzuüben. — Der endgültige Umtausch der Kupplungen wurde innerhalb 24 Stunden für alle Güterwagen an 221 Stellen durchgeführt. An diesen Tagen wurden nur einige Züge mit lebenswichtigen Frachten abgefertigt; eine Unterbrechung des Personenzugdienstes trat nicht ein. — Die Gesamtkosten für die Auswechslung betrugen innerhalb 7 Jahren 22950000 Mark. Für die Privatbahnen wurde etwa die Hälfte der Kosten im Betrage von 1285000 Mark beigesteuert. Ru.

(Railw. Age, Oktober 1925.)

Versuche mit Gelenklokomotiven.

Die Burma-Eisenbahnen (Spur 1000 mm) haben Versuche zum Vergleich von Mallet-Gelenklokomotiven mit Garratt-Lokomotiven auf einer krümmungsreichen, 37 km langen Strecke mit Steigungen 1 : 40 und 1 : 25 vorgenommen. Die Mallet-Lokomotive war für 11780 kg, die Garrat-Lokomotive für 15070 kg Zugkraft gebaut. Hinsichtlich Kohlenverbrauch und Verdampfungsfähigkeit war der Garrat-Kessel überlegen, der Vergleich der Lokomotiven im ganzen ergab keinen erheblichen Unterschied, wenn das Gewicht des gezogenen Zuges auf die Zugkraft bezogen wurde. Der Versuch ergab, dafs die Garatt-Lokomotive ein durchschnittlich 40% höheres Zuggewicht befördert und dabei nur 16 bis 17% mehr Brennstoff benötigt. Sie ermöglicht nicht nur, 210 t schwere Züge auf der steilen Strecke zu befördern, sondern auch den Wegfall der bei den Mallet-Lokomotiven erforderlichen Schubmaschine.

Weitere Vergleichsversuche zwischen den genannten Lokomotivbauarten sollen in nächster Zeit von der North-Western-State-Bahn in Indien für die 1600 mm-Spurweite vorgenommen werden, bei der Steigungen von 1 : 25 zu überwinden sind. Es handelt sich um eine 1C + C1-Mallet-Lokomotive mit vierachsigem Schlepptender und eine 1C1 + 1C1-Garrat-Lokomotive. Nachstehend folgen Angaben über die Bauart der Lokomotiven:

	Mallet		Garrat	
Zylinderdurchmesser HD	483	mm	470	mm
Zylinderdurchmesser ND	750	„	—	„
Kolbenhub	762	„	660	„
Treibraddurchmesser	1320	„	1295	„
Radstand der Lokomotive	13512	„	21945	„
Kesseldurchmesser	1830	„	2100	„
Heizfläche	295	m²	251	m²
Heizfläche des Überhitzers	65,7	„	51,1	„
Rostfläche	5,22	„	5,25	„
Dampfdruck im Kessel	15,1	at	12,7	at
Gewicht der Lokomotive	122,18	t	178,39	t
Adhäsionsgewicht	104,8	„	115.4	„
Betriebsgewicht von Lokomotive und Tender	187,68	„	178,39	t
Zugkraft	23800	kg	24000	kg.

Ru.

(The Railway Engineer, November 1925.)

Verschiebelokomotive Bauart Sentinel.

Ähnlich dem Triebwagen, den sie in Wembley ausgestellt hatte *), hat die Firma Cammell Laird und Co. nun auch eine Verschiebelokomotive gebaut, die vor einiger Zeit auf dem Bahnhof Crewe Versuchsfahrten mit einem Mefswagen unterzogen wurde. Die Lokomotive wiegt 17 t; sie ruht auf zwei einfachen Wagenachsen, die mittels Ketten von einer zwischen ihnen gelegenen Blindwelle angetrieben werden. Auf die Blindwelle wirkt unmittelbar die stehende Dampfmaschine mit zwei Zylindern von je 159 mm Durchmesser, 228 mm Hub und 103 bis 400 Umdrehungen in der Minute. Der Arbeitsdruck beträgt 19,4 at, die Dampftemperatur etwa 320° C. Die Ventilsteuerung gibt vorwärts und rückwärts je zwei Füllungen von 30 und 80%. Die Speisepumpe wird von der Steuerwelle aus angetrieben, welche die halbe Umdrehungszahl der Treibwelle hat. Auf letzterer sitzt beiderseits eine Scheibe mit 13 Zähnen, von der die Antriebsketten nach den Achsen auf entsprechende Scheiben mit 29 Zähnen gehen, so dafs ein Übersetzungsverhältnis 1 : 2,23 entsteht. Der „Sentinelkessel" ist ein stehender Wasserrohrkessel ähnlich dem „Fieldkessel". Die Rohre sind gerade, also leicht zu reinigen. Der Überhitzer liegt in Schlangenform in der Verbrennungskammer. Bei Verfeuerung von guter Kohle kann der Kessel stündlich 770 kg Dampf erzeugen; in 40 Minuten soll er betriebsbereit sein. Der Dampfverbrauch soll 7,7 kg/PSi in der Stunde und der Gesamtverbrauch an Kohle nur 360 kg im Tag gegenüber 1100 kg bei einer normalen Verschiebelokomotive gleicher Leistung betragen.

Bei den Versuchen hat die Lokomotive Zugkräfte bis 4250 kg entwickelt, entsprechend einer Reibungsziffer von 0,25. Dieser verhältnismäfsig günstige Wert wird dem Kettenantrieb zugeschrieben. Aus demselben Grund scheint die Lokomotive auch leicht anzufahren. Deshalb und wegen ihrer übersichtlichen Bauart dürfte sie sich für einfache Verhältnisse, wie den Dienst auf Anschlufsgleisen und in Fabriken, ganz gut eignen. Auch scheint sie die bequeme Verwendung höherer Kesseldrücke zu ermöglichen. R. D.

(Rev. gén. des Chemins de Fer, 1925, 2. Halbj., Nr. 2.)

Lokomotivfeuerung mit Braunkohlenbriketts unter besonderer Berücksichtigung der Funkenfängerfrage.

Anläfslich einer Vorstellung des Deutschen Braunkohlen-Industrievereins im Jahre 1922 entschlofs sich das Reichsverkehrsministerium, die Frage der Feuerung von Braunkohlenbriketts auf Haupt- und Nebenbahnen erneut zu prüfen und beauftragte das Eisenbahn-Zentralamt Berlin mit der Durchführung der Versuche. Bei den ersten Fahrten mit einer dem neuen Brennstoff angepafsten älteren D-Nafsdampf-Güterzuglokomotive mit Funkenfänger Bauart Langer schien es zunächst, als ob die Leistung bei Steinkohlenfeuerung, allerdings bei gröfserer Anstrengung des Heizers, nahezu erreicht werden könnte; es zeigte sich dabei jedoch ein aufserordentlich starker Funkenflug, so dafs sich der Langersche Funkenfänger allein als völlig unzureichend erwies und sich die Notwendigkeit ergab, vor Allem die Funkenfängerfrage zu studieren. Erleichtert wurde dies dadurch, dafs um die gleiche Zeit der Deutsche Braunkohlen-Industrieverein ein Preisausschreiben für die drei besten Funkenfänger mit völliger Vermeidung des Funkenfluges bei genügender Dampferzeugung des Kessels erlassen hatte **).

In die praktische Erprobung der eingegangenen besten Lösungen wurden auch die beiden Bauarten Peters und schwedische Staatsbahn, welche aufser Wettbewerb standen, einbezogen. Das Ergebnis war, dafs diese Bauarten den Vorzug verdienen und für die Braunkohlenlokomotiven der Reichsbahn unter Beachtung gewisser Vorsichtsmafsregeln als betrieblich geeignet bezeichnet werden konnten.

Allgemein läfst sich auf Grund der Erfahrungen aus den umfangreichen Versuchen folgendes sagen:

1. Bei Verfeuerung von Braunkohlenbriketts ist es nicht möglich, die gleichen Leistungen wie bei Steinkohlenfeuerung zu erreichen. Bei einer Schaufelleistung des Heizers von 1500 kg in der Stunde sind 480 PSi bei Nafsdampf- und 720 PSi bei Heifsdampflokomotiven als die obere erreichbare Grenze anzusehen; hierbei ist eine vierfache Verdampfung sowie ein Dampfverbrauch von 12,5 kg bei Nafsdampf und 8,3 kg bei Heifsdampf für die PSi/h angenommen. (Die Zughakenleistung ist dabei bei Güterzügen etwa die 0,75fache der indizierten.)

*) Organ 1924, S. 392.
**) Siehe Organ 1924, S. 23.

Digitized by Google

Das Anwendungsgebiet der Braunkohlenbrikettfeuerung auf dem gewöhnlichen Lokomotivrost beschränkt sich auf Nebenbahn- und Verschiebedienst. Grofse Lokomotivleistungen mit Braunkohle werden sich nur durch Kohlenstaubfeuerung erreichen lassen.

2. Die Frage des Funkenfluges kann als annähernd gelöst gelten und zwar durch genügend ablenkende Leitradfunkenfänger oder durch Schlitzfunkenfänger mit Unterbringung der Schlitze in Blechen. Weiter mufs der Durchtrittsquerschnitt für die Rauchgase im Verhältnis zur Heizfläche ausreichend sein. Ferner erscheint es geraten, das Lokomotivpersonal anzuweisen, das Aufgeben frischer Kohlen und das Schüren des Feuers auf ungefährlichen Strecken und Bahnhofteilen und vor den Rangierbewegungen vorzunehmen. Einem sorgfältigen Aschkastenverschlufs ist besondere Bedeutung beizumessen und für ausreichende Reinigung des Aschkastens, der Rohre und der Rauchkammer von den Rückständen ist zu sorgen.

3. In wirtschaftlicher Beziehung zwingt der geringe thermische Wirkungsgrad der Braunkohlenlokomotive dazu, diese Feuerungsart auf die Braunkohlengebiete zu beschränken, damit der Wärmepreis der Briketts mit möglichst geringen Frachtkosten belastet wird.

Glasers Ann. Bttgr.

Bücherbesprechungen.

Ernst Kreissig. Theoretisches aus dem Waggonbau. Ein Hilfs- und Nachschlagebuch für das Entwerfen und Berechnen der Eisenbahnfahrzeuge. (Bruno Volger, Verlagsbuchh., Leipzig. Verkehrstechnische Bücherei. Bd. 1. Preis gebunden 10.— ℳ.)

Der Verfasser hat eine Auswahl der beim Bau neuer Eisenbahn- und Strafsenbahnwagen in Betracht kommenden dynamischen und statischen Aufgaben vorgeführt und durch Zahlenbeispiele belegt. Das ist gewifs ein begrüfsenswertes, aber schwieriges Unternehmen; denn der Leserkreis besteht aus wifsbegierigen Werktätigen, die täglich greifbar sehen, wie notwendig die Theorie ist, und die wohl auch den „Gegensatz zwischen Theorie und Praxis" schon erfahren zu haben glauben, weil es leider auch minderwertige Theorien gibt. Ein Buch das hier befriedigen soll, mufs hohe Anforderungen an Güte der Stoffauswahl und der Darstellung erfüllen. Es ist anzuerkennen, dafs im Buche von Kreissig viel Wissenswertes über Abmessungen und Kräftewirkungen zusammengestellt ist und dafs die erläuternden Zahlenbeispiele das Verständnis für die Anwendung der gegebenen Formeln erleichtern. Der Fachmann wird gern den eingehend behandelten Abschnitt über die Federn zu Rate ziehen und auch in den Ausführungen anderer Abschnitte über Träger, Radsätze, Bremsen usw. viel unmittelbar Brauchbares finden. Aber bei strenger Beurteilung ist nicht alles Dargebotene gutzuheifsen, selbst wenn berücksichtigt wird, dafs Rechnungen für das Entwerfen von Bauteilen meist nur als Schätzungen zu werten sind. Anfechtbar ist z. B. die Ermittlung der Kräfte, die auf den in einen Gleisbogen einfahrenden Wagen wirken, ferner das im Kapitel über die Langträger von den Gurtnietungen Gesagte. Nicht einwandfrei sind auch die Ausführungen über die Berechnung der Sprengwerke auf Grund der Bestimmung der „Inflexionspunkte", während die Darlegungen über ihre Berechnung aus der Durchbiegung und nach graphischem Verfahren für einen weniger geschulten Leser kaum verständlich sein dürften. An vielen Stellen werden Literaturhinweise vermifst. Das Buch will offenbar eine Lücke in der Fachliteratur ausfüllen. Damit es aber seinen Zweck als zuverlässiges Hilfsmittel für das Entwerfen voll erreicht, ist für die kommende 4. Auflage zu empfehlen, alle Lösungen scharf nachzuprüfen und nur ganz Einwandfreies zu bringen. Bei dieser Gelegenheit könnte auch Wert auf gutes Deutsch gelegt werden. Die äufsere Ausstattung ist gut. Manche Abbildungen könnten aber noch verbessert werden.

Dr. Ing. Pfaff.

Diesellokomotiven und ihr Antrieb. Von Dipl. Ing. Wilhelm Bauer. C. W. Kreidel, 1925.

Das 96 Seiten starke Werkchen befafst sich in vier Kapiteln mit der Leistungsberechnung der Lokomotive auf Grund der üblichen Widerstandsformeln, mit dem Dieselmotor als Antrieb, den Kraftübertragungsarten, insbesondere den gasförmigen Übertragungsmitteln. Der Verfasser teilt im Vorwort mit, dafs es „infolge der noch jungen Entwicklung des Motorlokomotivbaues nicht möglich war, von den vielen Firmen, die sich damit beschäftigen, Veröffentlichungsmaterial zu erhalten". Meines Erachtens hätte dies Anlafs sein sollen, mit der Herausgabe des Buches noch ruhig zuzuwarten, bis Erfahrungen vorliegen, die den Firmen gestatten, mit ihren Bauarten an die Öffentlichkeit zu treten. So enthält das Werkchen konstruktiv gar nichts und es registriert nur, was schon bekannt ist. An allen Stellen, wo es dem Fachmann auf sicheres Urteil ankommt, deckt sich der Verfasser durch ein „scheint" oder „dürfte". Das Vertrauen des Lesers wird einigermafsen erschüttert, wenn ihm glaubhaft zu machen versucht wird, dafs auf den Ozeandampfern ein Dampfverbrauch von 0,7 bis 0,9 kg je PS und Stunde erreicht wird oder wenn er das Zweitakt- und das Viertaktdiagramm verwechselt sieht.

Dem Lokomotivbauer stehen genügend Werke zu Gebote, die das ausführlicher bringen, was der Verfasser oft nur streift. Dem Anfänger nützlich — soferne er sich gleich an die Diesellokomotive heranwagt — wäre nur eine Arbeit von gröfserer Klarheit und Zuverlässigkeit. Dr. Ing. L. Schneider, München.

Der Eisenbeton, seine Berechnung und Gestaltung von Rudolf Saliger, Dr. Ing., ord. Professor an der Technischen Hochschule Wien. Fünfte neubearbeitete und erweiterte Auflage. Leipzig 1925. Verlag von Alfred Kröner.

Wie wenige ist der Verfasser berufen, ein Lehrbuch über den Eisenbeton, an dessen rascher und erfolgreicher Entwicklung er als Forscher und praktisch tätiger Ingenieur hervorragenden Anteil hat, zu schreiben. Er gibt in diesem Werke nicht nur einen Überblick über das bisher Geleistete, sondern läfst auch die Gedanken vor uns erstehen, die noch zur lebendigen Tat gestaltet werden müssen. Dafs auf dem Wege zu diesen Zielen Erfahrung und wissenschaftlicher Versuch in erster Linie unsere Führer sein müssen und reine Gedanken- oder Rechenbildern nur gelten dürfen, wenn ihre Voraussetzungen durch Versuch oder Erfahrung genügend begründet sind, ist eine der bedeutsamsten Lehren, die Saligers Werk verkündet.

Leider verbietet der knapp bemessene Raum, mehr als eine kurze Übersicht über Aufbau und Inhalt des Buches zu geben. Zunächst werden die Eigenschaften der beiden Baustoffe des Verbundkörpers und seine Grundformen behandelt. Anschliefsend folgt das umfangreiche Gebiet der Eisenbetonfestigkeitslehre und schliefslich die Gestaltung der Eisenbetonbauten, die Durchlaufträger, umfangs- und punktgelagerte Platten, Bogen, Kuppeln, Rahmen und sonstige Anwendungsformen umfafst. Die Bauausführungen, die Schäden und ihre Behebung sollen einem zweiten Bande vorbehalten bleiben. Besonders hervorzuheben sind die ausführlichen Bemessungstafeln, die für beliebige Randspannungen gelten. Gut ausgewählte Zahlenbeispiele, eingestreute wirtschaftliche Erwägungen, kritische Verwertung auch der neuesten Veröffentlichungen und eingehende Quellennachweise machen das Buch zu einem ausgezeichneten Ratgeber für Studierende und Ingenieure der Praxis. Die vorurteilslose Betrachtung, die scharfe Hervorhebung des wesentlichen, die mustergültige Darstellung und nicht zuletzt die wissenschaftliche Durchdringung und Entwicklung des Stoffes zur Höhe abgeklärter Erkenntnis sichern dem Werke einen Platz an der Spitze unserer Fachliteratur. Schönberg.

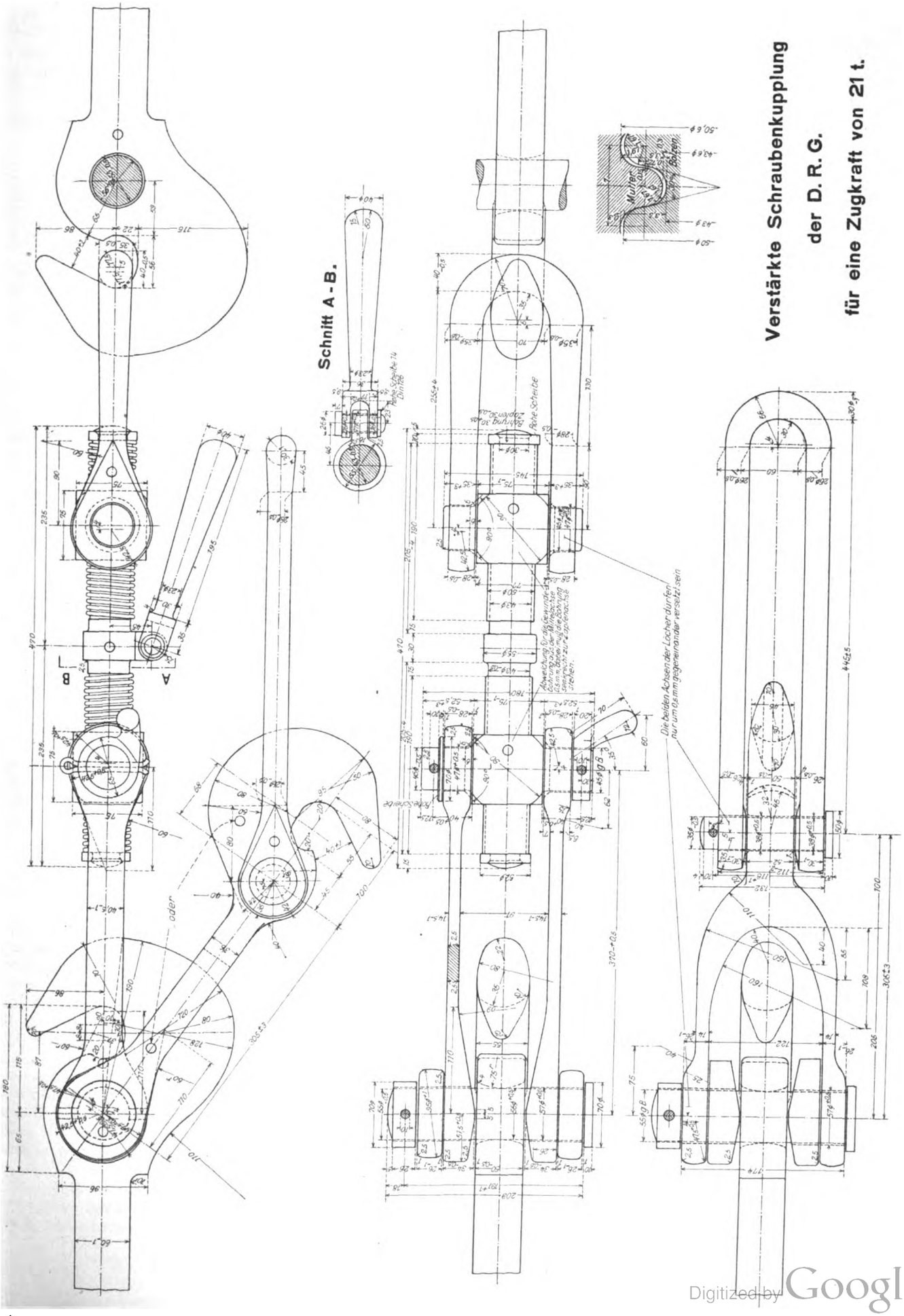
Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung von Dr. Ing. Alb. Dörnen (Verlag Ernst und Sohn, Berlin). 3.00 ℳ.

Nach eingehender Erörterung der Forderungen, die einerseits an eine gute Niete, andererseits an einen guten Stabanschlufs zu stellen sind, bespricht der Verfasser die Ergebnisse einer grofsen Zahl von Versuchen, die im staatlichen Materialprüfungs-Amt Lichterfelde und in der Technischen Hochschule Karlsruhe mit verschiedenen Anschlüssen von Flacheisen- und Winkel-Stäben ausgeführt worden sind. — Er leitet aus diesen Versuchen eine Reihe von Folgerungen sowie mehrere Verbesserungsvorschläge für die Ausbildung der Stabanschlüsse her, denen zum Teil ohne weiteres zugestimmt werden kann. — Besonders bemerkenswert ist die eingehende Deutung der Beobachtungen an den Winkelstäben, da sie einen klaren Einblick in die verwickelten Kraftwirkungen an der Anschlufsstelle eines Fachwerkstabes gewährt und den Einflufs verschiedener Mafsnahmen auf die Spannungsverteilung an den Stabanschlüssen klar erkennen läfst. — Das gründliche Studium des vorliegenden Werkchens ist daher jedem Eisenkonstrukteur wärmstens zu empfehlen.

Karig.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google



Digitized by Google

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 15. Mai 1926 Heft 9

Verwendung angekrankten Schwellenholzes und Schwellentränkverfahren im Kriege.

Von Reichsbahnrat Kern, Heilbronn.

Die mit Ausbruch des Weltkriegs einsetzende Abschnürung Deutschlands verursachte bekanntlich sofortige Beschlagnahme aller für Kriegszwecke notwendigen Erzeugnisse durch die Heeresverwaltung. Die Beschlagnahme erstreckte sich in der Not der Zeit selbst auf die Bedürfnisse der kriegswichtigen und kriegswichtigsten Betriebe und so auch auf diejenigen der Eisenbahnen Deutschlands, deren Betriebszustand bei Ausbruch des Kriegs die Beschlagnahme vieler zu ihrer ferneren Unterhaltung notwendigen Stoffe zunächst zwar ertrug, ohne dafs aber bis in die heutige Zeit und noch lange merkbare schädliche Auswirkungen ausblieben. Soweit möglich milderte man die Not der Betriebe durch Verwendung von Ersatzstoffen und rasche Umstellung in die durch den Krieg gebotenen Verhältnisse, so dafs wenigstens den dringendsten Erfordnissen während des Kriegs gedient war, wobei die Folgen nach dem Krieg nicht immer in Rücksicht gezogen werden konnten.

Dafs diese Mafsnahmen und ihre Folgeerscheinungen aufserordentlich lehrreich sind und zu einer heute noch besonders gebotenen haushälterischen Stoffwirtschaft führten, liegt auf der Hand.

Ich möchte in diesem Sinne einen zur Unterhaltung und Erneuerung des im Krieg ungeheuer beanspruchten Oberbaues der Eisenbahnen gehörigen Teil herausgreifen und die Verwendung und Behandlung der Holzschwelle während der Kriegs- und unmittelbaren Nachkriegszeit ins Auge fassen, wobei die Verwendung angekrankten Schwellenholzes und Tränkverfahren im Kriege einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden sollen.

Die Zusammenfassung beider Stoffe mag zunächst auffallen. Wenn man aber berücksichtigt, dafs während des Kriegs das eine Mal zwar die Beschaffung der Holzschwelle möglich war, aber gleichzeitig der zur Tränkung der Schwellen erforderliche und geeignete Tränkstoff fehlte, oder das andere Mal der Mangel an Kohlen und sonstigen Betriebsstoffen oder Arbeitskräften der Ausführung der Tränkung der Schwellen verzögerte, oder dafs endlich eine sachgemäfse Behandlung des Holzes nach dem Fällen infolge Mangel an Arbeitskräften und Betriebsstoffen erschwert und sogar unmöglich war, so wird die gleichzeitige Behandlung beider mit den Kriegsverhältnissen innig zusammenhängenden Stoffe erklärlich.

Das gefällte Holz mufste oft länger als dienlich im Walde liegen bleiben oder konnte nicht rechtzeitig verarbeitet werden; die fertigen Schwellen mufsten unter Umständen sehr lang in rohem Zustand gelagert werden, wobei insbesondere die Schwellen aus Buchenholz Gefahr liefen, Not zu leiden. Auch hatte der starke Holzverbrauch für Kriegszwecke an der Front zur Folge, dafs selbst der dringendste Bedarf an Holzschwellen nur schwer zu erwerben war und dafs man infolgedessen beim Einkauf von Schwellen die Ausführung der Ware und die Holzbeschaffenheit nachsichtiger beurteilte, als in den vorausgegangenen Friedenszeiten. Die Tränkstoffe überhaupt und die zur Holzkonservierung besonders geeigneten schweren Steinkohlenteeröle waren kaum mehr greifbar und man stellte an die Güte und Geeignetheit solcher Stoffe entfernt nicht mehr die Bedingungen, wie sie in geregelten Zeiten für notwendig und erforderlich erachtet werden.

Die Beurteilung über die Verwendbarkeit und Gebrauchsdauer angekrankten Schwellenholzes und die Beurteilung des Einflusses einiger im Krieg angewandter Tränkstoffe und Tränkverfahren auf die Verlängerung der Gebrauchsdauer von Schwellen aus gesundem und angestecktem Holz soll an Hand der heute vorliegenden Ergebnisse über solche im Krieg im Gleis eingebaute Schwellen und an Hand von Versuchen, welche von dem seinerzeitigen langjährigen Vorstand der staatlichen Holztränkanstalt Zuffenhausen, Eisenbahn-Oberingenieur Reichle, teilweise zu besonderen Zwecken schon vor dem Kriege eingeleitet worden sind, näher untersucht werden.

Die Untersuchungen beschränken sich auf die zur Herstellung von Schwellen am meisten verwendeten Holzarten, auf die Buche und Kiefer.

I. Krankheiten am Schwellenholz.

Die charakteristischsten und unter den einleitend beschriebenen Verhältnissen am häufigsten in Erscheinung tretenden Krankheiten der Buche und Kiefer sind im allgemeinen:

1. das rote Herz der Buche,
2. das im Entstehen der Krankheit schwer erkennbare Ersticken des Buchenholzes und
3. die Blaufäule der Kiefer.

Die übrigen Holzkrankheiten, welche leicht erkennbar und die technischen Eigenschaften des Holzes bereits stark nachteilig beeinflufst haben, wie brauner oder grauer Kern der Buche, Weifsfäule, Rotfäule, Ringschäle usw. haben bei vorliegenden Betrachtungen auszuscheiden, da sie jede technische Verwendung des Holzes auf alle Fälle und unter allen Verhältnissen ausschliefsen.

Zunächst möchte auf obige drei Krankheiten selbst, unter Berücksichtigung der üblichen Bedingungen, welche an die Beschaffenheit von Holzschwellen gestellt werden, welche aus Buchen- und Kiefernholz hergestellt sind, etwas eingegangen werden.

1. Das rote Herz der Rotbuche, oder der falsche Kern der Rotbuche, stellt, wie Bub, Bodmar und Tilger in dem Werk »die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis« sich ausdrückt, »eine Schutzholzbildung gegen den Angriff von parasitischen Pilzen dar und ist durch eine Ablagerung von Holzgummi in allen Holzteilen und eine Verstopfung der Gefäfse mit Thyllen mit gleichzeitigem Verlust des Wasserleitungsvermögens gekennzeichnet«. Die in nachstehenden Abbildungen wiedergegebenen Schwellenabschnitte Abb. 1 bis 3, 11 und 12, 13 bis 16 zeigen getränktes und ungetränktes Buchenholz mit teilweise ausgedehnt entwickeltem rotem Herz, das, ohne den Linien der Jahresringe zu folgen, in unregelmäfsig begrenzter fächerartiger Zeichnung in helleren und dunkleren Farben erscheint. Das rote Herz ist nicht etwa von den Pilzfäden zerstörtes Holz, sondern festes gesundes Holz, welches in natürlichem Zustand »im allgemeinen« das Splintholz überdauert, entsprechend der allgemeinen Regel, dafs das Farbstoff führende Kernholz dauerhafter ist, als der farblose Splint. Dagegen nimmt das rote Herz der Buche bei der Tränkung die Tränkflüssigkeit gar nicht oder nur teilweise auf und zwar lassen sich die helleren Stellen desselben besser, die dunkleren Stellen kaum oder überhaupt nicht durchtränken. Abb. 2 und Abb. 3 zeigen diese Erscheinung sehr deutlich, indem die dunklen Bänder des ungetränkten Schwellenabschnitts

Digitized by Google

Abb. 2 in dem getränkten Schwellenabschnitt Abb. 3 heller erscheinen als das übrige Holz, welches von dem aufgenommenen Teeröl tief braun gefärbt ist. Der durchweg dunkelrote Kern in der Schwelle Abb. 13, 14, 15 und 16 hat, wie aus den im trockenen geschlossenen Raum aufbewahrten Stücken Abb. 14 und 15 ersichtlich, sehr wenig Tränkstoff aufgenommen. Der rote Kern in dem Schwellenabschnitt Abb. 12 hat den Tränkstoff etwas besser, aber wie deutlich erkennbar, doch nicht so intensiv aufgenommen, wie der Splint. Die in Betracht gezogenen Schwellenabschnitte Abb. 1, Abb. 2 und 3, Abb. 12

Abb. 6. Abb. 5. Abb. 4.

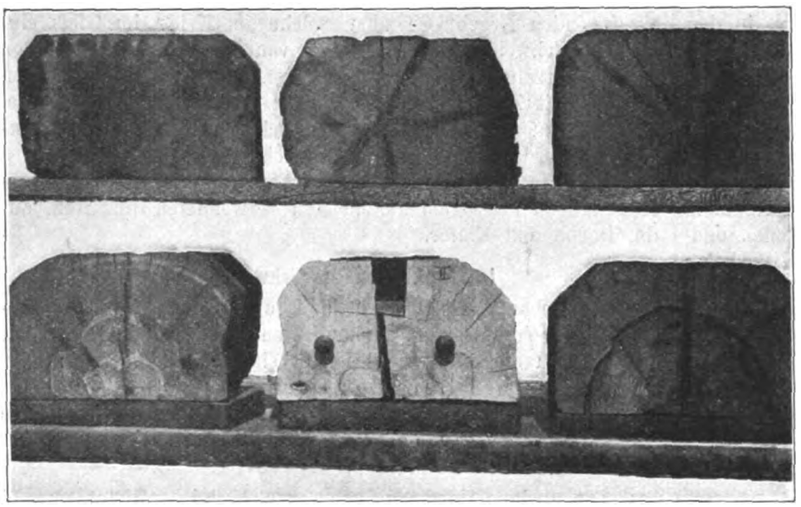


Abb. 3. Abb. 2. Abb. 1.

Abb. 12. Abb. 11. Abb. 10.

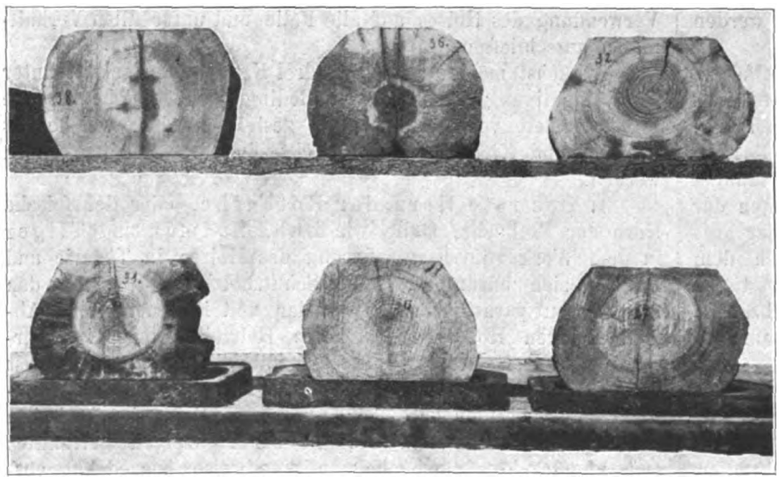


Abb. 9. Abb. 8. Abb. 7.

bis 16 stammen aus Holz von örtlich verschiedenen Gegenden Süddeutschlands und aus Fällungen der Jahre 1912 bis 1920, so dafs nicht etwa aus der Gleichartigkeit des Holzbestands und der Holzbeschaffenheit Rückschlüsse auf das aufserordentlich gleichartige Ergebnis über die Tränkbarkeit des helleren und dunkleren roten Kerns der Buche gezogen werden dürfen, obwohl auch bei den stark individuellen Unterschieden der Eigenschaften des Holzes bei Versuchen mit Holz aus gleichen Beständen und selbst aus ein und demselben Stamm ein einschränkender Rückschlufs bei gleichen Versuchsergebnissen nicht ohne weiteres gemacht werden dürfte.

2. Das Ersticken des Buchenholzes. Von der Krankheit, welche durch die gleichen, parasitisch und saprophytisch wirkenden Pilze hervorgerufen wird, welche am stehenden Baum das Entstehen des roten Herzes verursachen, wird besonders gern gefälltes, berindetes, unausgetrocknetes Holz befallen. Die äufseren Auswirkungen der Krankheit sind an der Verfärbung des Holzes erkennbar, indem zunächst das im Innern des Stamms stets Feuchtigkeit enthaltende Holz von violetten Streifen durchzogen wird, welche bald den ganzen Stamm verfärben. An den Stirnseiten des Holzes treten schmutzig gelbe Flecken auf und weiterhin treten die Erscheinungen der Weifsfäule ein. Von der Krankheit wird aber auch entrindetes Holz befallen, indem die Pilze durch Risse in das feuchte Innere des Stamms eindringen, wo sie geeigneten Nährboden zur Entwicklung finden. Es sollen nur die Auswirkungen der Krankheit in letzterem Fall untersucht werden. Die Zerstörung des in der Rinde erstickten Buchenholzes geht so rasch vor sich, dafs eine technische Verwendung solchen Holzes gar nicht in Frage kommt; dagegen ist anzunehmen, dafs Schwellen, deren Holz von den Krankheitserregern nach dem Entrinden und Austrocknen der äufseren Holzschichten befallen wurde, stets in kleinerer oder gröfserer Zahl abgenommen werden, weil die Vorbeugungsmafsnahmen gegen die Krankheit schwer durchführbar sind und die Ansteckung zunächst äufserlich nicht erkennbar ist und nicht bemerkt wird. Selbst bei trockener Lagerung der Schwellen, soweit diese überhaupt praktisch durchgeführt werden kann, vermögen die Pilze im Innern des Holzes, wo die für ihre Lebensbedingungen erforderliche Feuchtigkeit vorhanden ist, unbemerkt weiterzuwuchern, bis Fruchtkörper der Pilze an den Aufsenflächen der Schwellen erscheinen oder die charakteristischen Verfärbungen der Stirnflächen der Schwelle die Krankheit und den Schaden erkennen lassen. Ungünstige Witterung wird den Fortschritt der Krankheit infolge der hygroskopischen Eigenschaften des Holzes stark beschleunigen und Schwellen, welche das Dach der Schwellenstapel bilden oder lange Zeit ungetränkt den wechselnden Witterungsverhältnissen ausgesetzt sind, werden den Angriffen der das Ersticken des Holzes bewirkenden Krankheitserreger unterliegen.

Das nicht in der Rinde erstickte Buchenholz nimmt bei der Tränkung, solange die Krankheit nicht weit fortgeschritten ist, Tränkstoff verhältnismäfsig gut auf. Abb. 4, 5, 6, 19; 17 und 18 zeigen ungetränkte und nach verschiedenen Verfahren getränkte Abschnitte aus Buchenschwellen, welche bei der Abnahme keinerlei Spuren einer Krankheit zeigten, bis später Verfärbungen des Holzes und Schwammbildungen an den Aufsenflächen die Krankheit erkennen liefsen. In Abb. 19 sind in dem ungetränkten Holz gegen den linken unteren Rand noch sehr schwach die charakteristischen schwarzen Begrenzungslinien der angegriffenen Holzmasse ersichtlich, wie sie in dem getränkten Stück Abb. 6 am linken unteren Rand deutlicher zum Vorschein kommen. Die getränkten Stücke zeigen durchweg ziemlich gleichmäfsige Aufnahme der Tränkflüssigkeit.

3. Die Blaufäule. Die Pilze, welche die Erscheinung der Blaufäule am Nadelholz und besonders am Kiefernholz verursachen, greifen nur das Splintholz an, indem sie sich von Stoffen des Zellsafts nähren. Die technische Verwendbarkeit des von den Pilzen befallenen Holzes wird an und für sich

Digitized by Google

wenig beeinträchtigt, wenn die Krankheit nicht zu weit fortgeschritten ist und nicht in Verbindung mit anderen von Holzschädlingen verursachten Krankheiten auftritt und wenn nicht die schmutzig blaue Färbung des Holzes seine Verwendung ausschliefst. Jedenfalls ist aber das angeblaute und besonders das vollständig verblaute Holz schwerer tränkbar als gesundes Holz und es erscheint daher Vorsicht bei Annahme von Schwellen aus blauem Kiefernholz geboten. Die Lieferungsbedingungen für Kiefernschwellen beschränken im allgemeinen die Zulassung der Abnahme solcher Schwellen auf einen geringen Hundertsatz oder lassen nur die Abnahme leicht angeblauter Schwellen zu. Abb. 7 bis 10 zeigen Schwellenabschnitte aus angeblautem Holz in getränktem und ungetränktem Zustand. Die Ergebnisse der Versuche mit solchen Schwellen sollen später geschildert werden. Auch diese Krankheit, die sich vorzugsweise bei schwüler Witterung in den Sommermonaten einstellt und die sich sehr rasch entwickelt, trat in der Kriegszeit besonders häufig auf, wo das Holz oft nicht rechtzeitig aus dem Wald abgeführt werden konnte und sachgemäfse Behandlung überhaupt meist entbehren mufste. Da Vorbeugungsmafsnahmen gegen die Krankheit in der Praxis nur schwer zu treffen sind und mit grofsen Unkosten verknüpft sein können, wird die Anlieferung blauer Kiefernschwellen aber auch heute nicht ausbleiben.

II. Tränkverfahren im Krieg.

Schon kurze Zeit nach Ausbruch des Krieges war in Deutschland die Durchführung der als gut und wirtschaftlich erkannten Tränkverfahren nicht mehr möglich. Einschränkungen in der Tränkstoffzufuhr folgte die Verwendung von allen möglichen greifbaren Tränkstoffen, Mafsnahmen, welche zum Teil auch eine Änderung der Tränkverfahren und Einrichtungen der Tränkanstalten nach sich ziehen mufsten.

Die Schwellentränkung wurde in der Anstalt Zuffenhausen seit den letzten Jahren vor dem Krieg nach dem Rüpingschen Sparverfahren unter ausschliefslicher Verwendung von reinem Steinkohlenteeröl betrieben. Zur Durchführung dieses Tränkverfahrens ist das Werk neu eingerichtet worden. Mit den vorhandenen zwei Tränkkesseln war bei zehnstündiger Arbeitszeit eine tägliche Tränkleistung von drei Kesselfüllungen mit je 23 cbm Buchenholz oder eine Jahrestränkleistung von rund 20000 cbm Holz möglich. Der Bedarf an Steinkohlenteeröl betrug monatlich rund 200 Tonnen, jährlich etwa 2400 Tonnen. Die Aufnahmen an Teeröl, dessen Zusammensetzung und Beschaffenheit den heute bestehenden Vorschriften der Deutschen Reichsbahngesellschaft über Teeröl zur Tränkung von Holzschwellen im allgemeinen entsprechen mufste, war für buchene Schwellen auf 145 kg/m³ oder rund 16 kg auf eine Schwelle I. Klasse und für kieferne Schwellen auf 63 kg/m³ oder rund 7 kg auf eine Schwelle I. Klasse angeordnet.

Schon Mitte August 1914 kamen die Teerölanlieferungen ins Stocken, nachdem das Teeröl zu Zwecken der Heeresverwaltung vom Reichsmarineamt beschlagnahmt worden war. Im Laufe der folgenden Monate des Jahres 1914 wurden geringe Mengen vom Reichsmarineamt zur Belieferung der Tränkanstalt freigegeben, so dafs bis Mitte März 1915 unter Herabsetzung der normalen täglichen Tränkleistung von drei auf zwei Kesselfüllungen Buchenholz der Tränkbetrieb mit der angeordneten Ölaufnahme von 145 kg/m³ bzw. 63 kg/m³ durchgeführt werden konnte. Da die Zuteilung von Teeröl immer geringer wurde und im März 1915 jede Belieferung ausblieb, entschlofs man sich, bis auf weiteres die Tränkung von Buchenschwellen mit einer Aufnahme von nur 100 kg/m³ oder rund 11 kg auf eine Schwelle I. Klasse auszuführen. Die Verringerung der Teerölaufnahme war leicht durch Erhöhung des zu Beginn der Tränkung nach dem Rüpingverfahren im Tränkkessel zu erzeugenden Luftdrucks um 1 bis $1^1/_4$ at zu erreichen, wobei die Höhe des Öldrucks und die Dauer der einzelnen Tränkvorgänge entsprechend dem Doppel-Rüpingverfahren unverändert beibehalten blieben. Trotz dieser Mafsnahme waren die geringen Ölvorräte im April 1915 aufgebraucht, so dafs der Tränkbetrieb in diesem Monat ganz eingestellt werden mufste. Nach kurzer Wiederaufnahme des Tränkbetriebs mit reinem Teeröl im Mai, ging man dazu über, Ersatztränkstoffe zu beschaffen. Man entschlofs sich auf Grund von Erfahrungen, welche bereits bei privaten und staatlichen Tränkanstalten vorlagen und die sich in derselben Notlage befunden haben, dem Teeröl Naphtalin- und Anthrazenrückstände beizumischen. Zunächst wurde das vereinzelt und in beschränkten Mengen ab und zu greifbare

Abb. 18. Abb 17. Abb. 16.

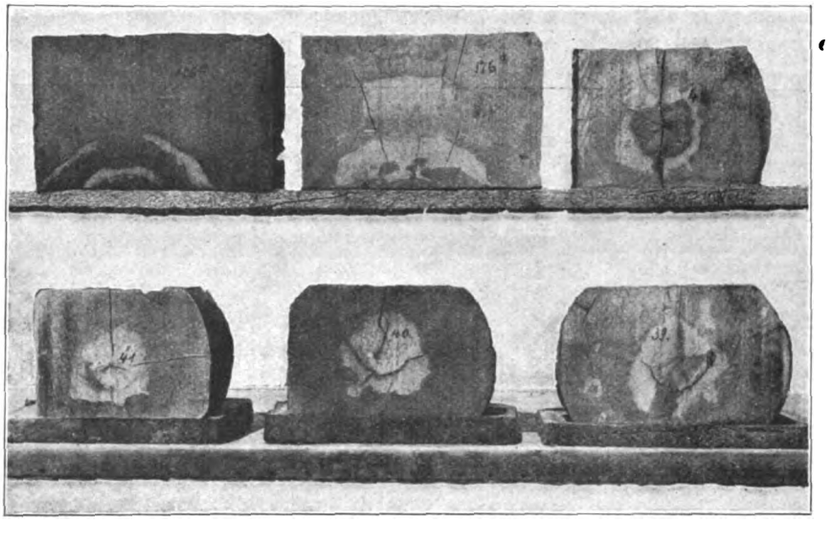


Abb. 15. Abb. 14. Abb. 13.

Abb. 24. Abb. 23. Abb. 22.

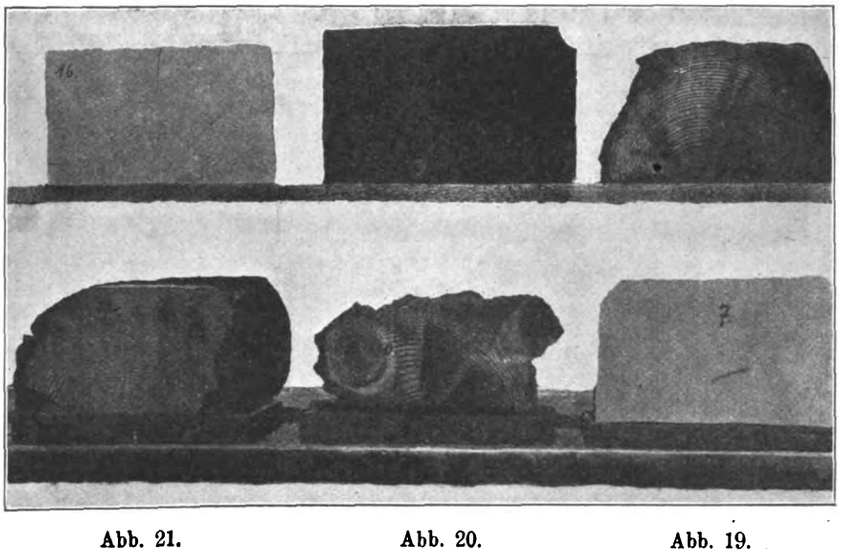


Abb. 21. Abb. 20. Abb. 19.

Digitized by Google

Steinkohlenteeröl mit diesen Ersatzstoffen im Verhältnis 3 : 1 gemischt. Das Mischungsverhältnis mufste aber entsprechend der stetig wachsenden Teerölknappheit im September 1915 auf 1 : 1, im November 1915 auf 1 : 2 und immer mehr herabgesetzt werden, bis vom März 1916 an zur Tränkung nur noch reines Roh-Naphtalin verfügbar war. Die Einrichtungen der Tränkanstalt konnten ohne wesentliche Änderungen für die Ausführung der Tränkung mit Mischungen von Teeröl und Naphtalin bzw. mit reinem Naphtalin bestehen bleiben.

Es waren nur Vorkehrungen zu treffen, um den Übergang des Naphtalins, dessen Schmelzpunkt bei verhältnismäfsig hoher Temperatur liegt, in festen Zustand zu verhindern. Es wurden besondere Dampfheizvorrichtungen zur Erwärmung der Tränkstoffleitungen und deren Ventile und zur Erwärmung der Vorratsbehälter eingerichtet. Die Ausführung der Tränkung selbst erfolgte im allgemeinen nach dem Rüpingschen Verfahren für Tränkung von Buchen- und Kiefernholz mit dem hauptsächlichsten Unterschied, dafs man am Schlusse des Tränkvorgangs keinen Unterdruck herstellte, um eine Verflüchtigung des Naphtalins und Betriebsstoffverluste zu vermeiden, und dafs man das zu tränkende Holz nach Ablassen der Tränkflüssigkeit etwa $^1/_4$ Stunde mit Prefsluft von 4 at behandelte, um eine möglichst gleichmäfsige Durchtränkung des Holzes zu erreichen. Das auf 80° bis 90° C vorerwärmte Naphtalin liefs sich leicht in die Tränkkessel drücken, in welchen eine Temperatur von mindestens 100° erzeugt wurde. Der Flüssigkeitsdruck von 8 at wurde eine Stunde länger als bei Verwendung von reinem Steinkohlenteeröl gehalten. Die Aufnahme des Buchenholzes an Tränkflüssigkeit hat nach wie vor 100 kg bis 110 kg/m³ betragen.

Meines Erachtens mufs man sich wundern, dafs Fachleute zur Tränkung mit reinem Naphtalin raten konnten, da doch Holz als schlechter Wärmeleiter bekannt ist und eine Durchtränkung der Schwelle gar nicht möglich war, weil das Naphtalin sich bei der niederen Temperatur im Innern der Schwelle verdicken, die Poren verstopfen und ein Durchdringen des Tränkstoffs unmöglich machen mufste. Zum mindesten hätte das Holz in besonderen Einrichtungen vor der Behandlung mit Naphtalin gedämpft und vorgewärmt werden sollen.

Die Schwierigkeiten im Betrieb entstehen bei der Tränkung namentlich im Winter, weil in der kalten Jahreszeit die Flüssighaltung des Naphtalins sehr schwierig ist und gerne Verstopfungen der Rohrleitungen, Ventile und Pumpen und hiermit zusammenhängend Rohrbrüche und Maschinendefekte eintreten. Die Tränkung selbst würde im Winter insofern schwieriger, weil das vereiste Holz eine starke Abkühlung der Temperatur im Tränkkessel verursachen mufste und die Durchwärmung des Holzes noch weniger als im Sommer möglich wäre. In Rücksicht hierauf und weil die Belieferung mit Rohnaphtalin infolge Beschlagnahme durch das Reichsmarineamt ebenfalls Störungen erlitt, ist der Tränkbetrieb im Winter 1915/16 in der Tränkanstalt Zuffenhausen vollständig eingestellt worden. Im Frühjahr 1916 konnte die Tränkung von Buchenschwellen mit Naphtalin in beschränktem Umfang wieder aufgenommen werden, während die Tränkung von Kiefernschwellen aus Mangel an Betriebsstoff zurückgestellt werden mufste, um mit den geringen Vorräten wenigstens die schon längere Zeit in rohem Zustand gelagerten Buchenschwellen tränken und vor gröfserem Schaden bewahren zu können. So wurde bis Anfang des Jahres 1919 Buchenholz mit kürzeren und längeren, durch Betriebsstoffmangel verursachten Unterbrechungen mit Naphtalin getränkt. Von einer Verwendung von Anthrazenrückständen, mit Rohnaphtalin gemischt, wurde sehr rasch Abstand genommen, nachdem sich einmal die Leitungen usw. durch diese Anthrazenrückstände wegen ihres sehr hohen Schmelzpunkts verstopft hatten und starke Betriebsstörungen bei weiterer Verwendung dieses Teerbestandteils zu befürchten waren.

Zur Tränkung von Kiefernschwellen mufste wegen des schwierigen und nur in sehr beschränkter Menge möglichen Beschaffung von Rohnaphtalin auf einen anderen Tränkstoff zurückgegriffen werden. Es lag nahe, das zur Schwellentränkung unter Anwendung von Kesseldruck längst als geeignet bekannte und heute noch vielfach hierzu verwendete Zinkchlorid zu wählen, dessen Beschaffung in solcher Menge gelang, dafs im August 1916 mit der Tränkung von Kiefernschwellen mit diesem Tränkstoff begonnen werden konnte. Einer der beiden vorhandenen hochliegenden und 30 cbm fassenden Vorratskessel wurde zur Unterbringung der gesättigten Zinkchloridlauge verwendet und unter Zuhilfenahme des zugehörigen Mischkessels wurde die Tränkung in dem letzteren nächstliegenden Tränkkessel ausgeführt. Die übrige Einrichtung der Tränkanstalt verblieb für die Tränkung von Buchenschwellen mit Naphtalin.

Abb. 30. Abb. 29. Abb. 28.

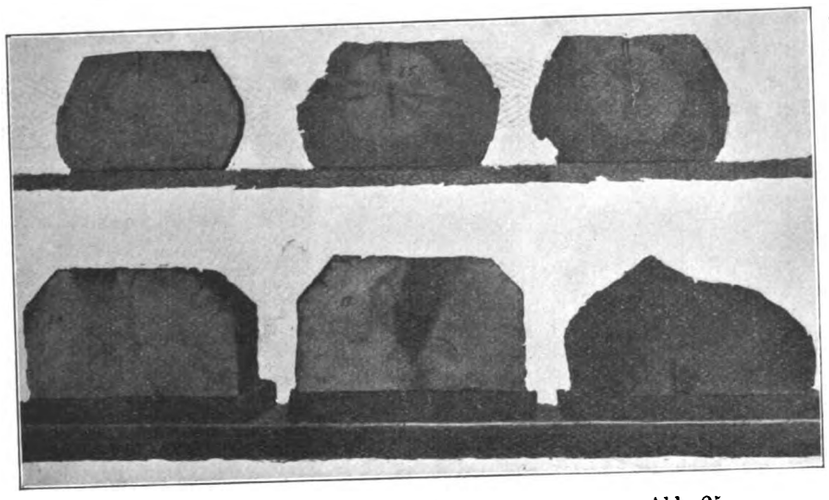


Abb. 27. Abb. 26. Abb. 25.

Abb. 33.

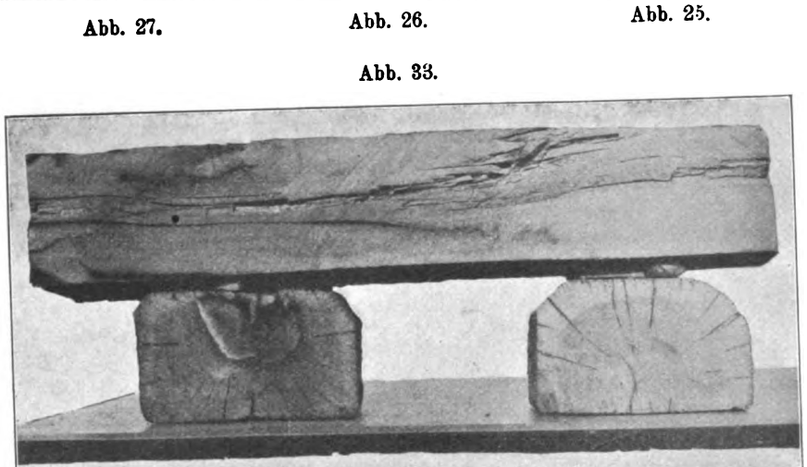


Abb. 32. Abb. 31.

Digitized by Google

Die Tränkung selbst erfolgte mit einer Zinkchloridlauge, welche bei 25° C eine Stärke von $3\,^1/_2$° Bé hatte.

Der Tränkungsvorgang war folgender:

1. Beschickung des Tränkkessels mit kiefernen, gut lufttrockenen Schwellen.
2. Herstellung eines Unterdrucks von 60 cm Quecksilbersäule auf die Dauer von 30 Minuten.
3. Vollständiges Füllen des Kessels mit der Flüssigkeit unter Anhaltung des Unterdrucks im Tränkkessel.
4. Einpressen der Lösung in das Kiefernholz mit einem Flüssigkeitsdruck von 8 at, welche $2\,^1/_2$ bis 3 Stunden gehalten wurden. Die Flüssigkeit selbst wurde hierbei auf 80° C erwärmt.
5. Ablassen des Drucks und Zurückdrücken der übrigen Flüssigkeit in den Mischkessel mit Prefsluft.

Von einem bei Tränkung mit Zinkchlorid da und dort üblichen Dämpfen des Holzes nach der Beschickung des Kessels wurde Abstand genommen, zumal das zu tränkende Holz gut lufttrocken war. Die Stärke der Lauge wurde im Mischkessel nach Bedarf geregelt. Die Prüfung der gesättigten Lösung auf Zusammensetzung und Verunreinigungen erfolgte nach den üblichen bekannten Bedingungen und Verfahren. Die Aufnahme an Tränkflüssigkeit betrug ca. 250 kg/m³ Holz.

In dieser Weise wurde der Tränkbetrieb für Kiefernschwellen bis zum Ende des Jahres 1918 mit wechselnden Betriebseinstellungen durchgeführt. Als von diesem Zeitpunkt an wieder Teeröl, wenn auch zunächst nur in geringeren Mengen greifbar war, tränkte man bis zum Frühjahr 1919 kieferne und buchene Schwellen wieder mit einer Mischung von Teeröl und Rohnaphtalin. Vom Frühjahr 1919 ab konnte die Tränkung mit reinem Teeröl bei beschränkter Teerölaufnahme leidlich bis zum Frühjahr 1920 durchgeführt werden, wobei die erforderlichen Mengen Steinkohlenteeröl, wenn auch immer noch mit Schwierigkeiten verbunden und mit kurzen Unterbrechungen der Lieferungen, beschafft werden konnten. Um einer längeren Stillegung des Tränkbetriebs auf alle Fälle zu begegnen, wurde von der Firma Grubenholzimprägnierung G. m b. H. in Berlin im Frühjahr 1920 eine Menge von rund 12 Tonnen Triolith, bestehend aus Fluor-, Dinitrophenol- und Chromsalzen, beschafft und für die Tränkung von Kiefernschwellen bereit gehalten.

Der Tränkungsvorgang selbst wurde in der Anstalt ähnlich bewerkstelligt, wie bei der oben beschriebenen Tränkung mit Zinkchlorid, wobei eine 1,8%ige Lösung angewendet wurde. Das Wasser, in welchem man den Tränkstoff auflöste, mufste vorher enthärtet werden. Die Aufnahme betrug durchschnittlich 240 kg auf 1 cbm Holz oder auf eine Schwelle I. Klasse 26,3 kg, so dafs in einer getränkten Schwelle 0,52 kg Triolith enthalten waren. Die Ausführung der Tränkung selbst ging ohne jeden Anstand vor sich; die Kosten der Tränkung deckten sich annähernd mit den damaligen Kosten der Tränkung mit Teeröl und blieben eher etwas unter diesen Kosten zurück.

Inzwischen besserte sich die Anlieferung von Teeröl so, dafs nach Aufbrauch des Vorrats an Triolith vom Jahr 1921 ab wieder allgemein zur Tränkung von kiefernen und buchenen Schwellen mit Teeröl übergegangen werden konnte, wobei aber immer noch mit beschränkter Teerölaufnahme getränkt werden mufste. Vom Frühjahr 1922 an war die Belieferung mit Teeröl so gut, dafs der Wiedereinführung der Normaltränkung mit Teeröl und zwar bei Kiefernholz mit einer Aufnahme von 63 kg/m³ und bei Buchenholz mit einer Aufnahme von 145 kg/m³ nichts mehr im Wege stand. Seit Frühjahr 1922 war der Betrieb dementsprechend ununterbrochen völlig geregelt.

III. Ergebnisse der Tränkverfahren im Krieg mit gesundem und infiziertem Schwellenholz.

Die in der Einleitung erwähnten Versuche sind mit kiefernen und buchenen Schwellenabschnitten angestellt worden, welche in rohem Zustand teils gesundes, teils mit den beschriebenen Krankheiten behaftetes Holz aufwiesen. Das Holz wurde vor der Behandlung mit Tränkstoffen durchweg sachgemäfs auf offenen freien und trockenen Lagerplätzen gestapelt, bis es lufttrocken war. Um zu raschem Ergebnis zu gelangen, wurden die Versuchshölzer ohne und nach der Behandlung mit Tränkstoffen häufigem Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit ausgesetzt, indem sie in gut wasserdurchlässigem, der Gleisbettung entsprechendem, Material unter freiem Himmel so tief eingegraben worden sind, dafs die Oberkante der Hölzer mit der Bodenoberfläche abgeglichen war. Gleiche Versuchsstücke sind in trockenem bedecktem Raum aufbewahrt worden, um sie zum Vergleich mit den von Zeit zu Zeit untersuchten eingegrabenen Abschnitten beizuziehen.

Die nachstehend wiedergegebenen Originalaufnahmen zeigen den Zustand der Versuchshölzer im Juni 1925.

1. Tränkung von Buchenholz nach dem Doppel-Rüpingverfahren mit schwacher Teerölaufnahme. Nach den meisten Tränkungsvorschriften soll die durchschnittliche Aufnahme an Teeröl bei der Tränkung von Buchenholz nach dem Rüpingschen Doppelverfahren (Sparverfahren) 145 kg/m³ Holz betragen. Es steht fest, dafs das Rüpingsche Sparverfahren mit einer Öldose von 145 kg/m³ Holz eine tiefe und gleichmäfsige Verteilung des Öls und genügende Auskleidung der Zellwandungen bei gesundem Holz und sachgemäfser Anwendung des Verfahrens gewährleistet, so dafs die mittlere Dauer einer so behandelten Schwelle mehr als 20 Jahre betragen wird. Eine Herabsetzung dieser Öldose auf 100 kg/m³ Holz, wie sie durch die Kriegsverhältnisse erzwungen wurde, wird aber zweifellos mit einer vielleicht nicht unwesentlichen Verminderung der Gebrauchsdauer der so behandelten Buchenschwellen verbunden sein. Die mit der herabgesetzten Öldose getränkten und seit 1915 im Gleis liegenden Buchenschwellen zeigen heute noch keinerlei Zersetzungserscheinungen. Die Beobachtungsdauer ist aber doch noch zu kurz, um ein abschliefsendes Urteil geben zu können. Versuche, wie oben beschrieben, wurden leider mit diesem Tränkverfahren nicht gemacht, dagegen zeigen mit dem sogenannten Zuwachsbohrer auf die ganze Länge der Schwellen entnommene Bohrproben, dafs die Durchtränkung des Holzes und Verteilung des Teeröls wenn auch befriedigend, aber den an Schwellen mit normaler Aufnahme entnommenen Proben doch nicht gleichwertig waren und die sofortige Erhöhung der Öldose auf 145 kg/m³ mit der Greifbarkeit genügender Mengen Teeröl war eine gegebene Mafsnahme. Auf die Auswirkungen der Tränkung von Buchenschwellen mit angestecktem Holz und mit herabgesetzter Öldose soll bei Behandlung der Versuche mit solchem Holz noch näher eingegangen werden.

2. Versuche an Buchenschwellen mit gesundem rotem Kern. In Abb. 11 ist ein ungetränkter Schwellenabschnitt mit ursprünglich gesundem, rotem Herz dargestellt, welcher nach luftiger Stapelung völlig lufttrocken und in durchaus gesunder Holzbeschaffenheit im Juni 1921 an der oben beschriebenen Versuchsstelle eingegraben worden ist. Nach vierjähriger Liegedauer ist das Holz bis auf ein schmales Band am Rand des roten Herzes an vielen Stellen weich und durch und durch zersetzt. Die Zersetzung des inneren Teils des roten Herzes ist weiter vorgeschritten, als die Zersetzung des Splintholzes, das entgegen der allgemeinen Regel, dafs das rote Herz in natürlichem Zustand das Splintholz überdauert, sich dauerhafter erwiesen hat, als der rote Kern.

Abb. 1, 2 und 3 zeigen Buchenholz aus zwei Schwellen mit ausgedehntem roten Kern am unteren Lager der Schwelle. Der Abschnitt der einen Schwelle Abb. 1 ist nach dem Doppel-Rüpingverfahren getränkt zusammen mit einer Füllung Buchenschwellen, welche durchschnittlich 146 kg Teeröl auf 1 cbm Holz aufgenommen haben. Ebenso behandelt ist der Abschnitt der anderen Schwelle Abb. 3, während Abb. 2 ein in trockenem Raum aufbewahrtes ungetränktes Vergleichsstück aus derselben

Digitized by Google

Schwelle darstellt. Die ganze Schwelle I. Klasse Abb. 1 hat 11 kg und die Schwelle Abb. 2 9 kg Teeröl aufgenommen, also 5 bis 7 kg weniger, als sie hätte aufnehmen sollen. Aus Abb. 2 und 3 ist deutlich ersichtlich, dafs die dunklen Bänder am Rand und in der Mitte des roten Kerns keinen Tränkstoff und im übrigen Teil weniger Tränkstoff aufgenommen haben als der Splint. Die Schwellen wurden lufttrocken im Jahre 1912 getränkt und die Abschnitte Abb. 1 und 3 sind seither dem geschilderten Versuch unterworfen.

Die Untersuchungsergebnisse sind folgende: Im Juni 1914 zeigten die Abschnitte keinerlei Veränderungen und waren völlig gesund, im Oktober 1916 zeigten sich an einzelnen Stellen der Bänder des roten Kerns, welche keinen Tränkstoff aufgenommen hatten, etwas feuchte Flecken, das Holz war aber noch durchaus fest und unzersetzt. Im Juni 1921 traten an denselben Stellen wenn auch geringe, aber doch deutlich erkennbare Zersetzungserscheinungen zu Tage. Im Juni 1925 waren diese Stellen, völlig zersetzt, nafs und weich, während das übrige Kernholz und das Splintholz noch keinerlei nachteilige Veränderung zeigte.

Abb. 12, 13, 14, 15 und 16 sind Abschnitte aus ein und derselben, mit rotem Herz behafteten Schwelle, aus welcher auch der bereits oben beschriebene Abschnitt Abb. 11 gewonnen wurde. Das Versuchsstück Abb. 12 ist nach dem einfachen Rüpingverfahren mit einstündigem Öldruck von 6 at getränkt worden. Die Aufnahme betrug etwa 90 kg/m³ Holz. In den roten Kern ist sehr wenig Teeröl eingedrungen. Nach vierjähriger Liegedauer des Abschnitts in der Versuchsstelle ist der in Abb. 12 dunkel erscheinende Teil des roten Kerns stark zersetzt. Die Versuchsstücke Abb. 13 und 14 sind nach dem einfachen Rüpingverfahren mit dreistündigem Öldruck von 8 at getränkt worden. Die Aufnahme betrug etwa 120 kg/m³ Holz. Der rote Kern hat kaum Tränkstoff aufgenommen, während das Splintholz sehr gut durchtränkt ist. Der Abschnitt Abb. 14 wurde im gedeckten, trockenen Raum aufbewahrt und ist dementsprechend noch völlig gesund, während das eingegrabene Gegenstück Abb. 13 an derselben Stelle wie in Abb. 12 nach vierjähriger Liegedauer kleinere feuchte und zersetzte Stellen aufweist. Die Schwellenabschnitte Abb. 15 und 16 sind nach dem Doppel-Rüpingverfahren mit einstündigem Öldruck von 6 at und dreistündigem Öldruck von 8 at getränkt worden. Die Aufnahme betrug etwa 100 kg/m³ Holz. Der rote Kern ist nicht durchtränkt, während das Splintholz sehr gleichmäfsig, aber auffallend schwächer getränkt ist, als dasjenige des nach dem einfachen Rüpingverfahren getränkten Abschnitts Abb. 13 und 14. Das in der Versuchsstelle eingegrabene Versuchsstück Abb. 16 zeigt nach vierjähriger Liegedauer ein im Innern ganz zersetztes rotes Herz und festes, gesundes Splintholz.

Die hellen Stellen des roten Kerns haben also bei der Tränkung Tränkstoff, aber in geringerer Menge als Splintholz aufgenommen. Der dunkler gefärbte rote Kern hat bei der Tränkung kaum oder keinen Tränkstoff aufgenommen. Der dunkle Flecken im roten Kern des Abschnitts Abb. 16 ist feuchtes, zersetztes Holz, dessen ursprüngliche Naturfarbe aus Abb. 15 ersichtlich ist. Der rote Kern ist am ungetränkten Holz nicht unbedingt dauerhafter als der Splint, vergl. Abb. 11.

Getränktes Buchenholz mit rotem Kern beginnt sich an denjenigen Stellen des roten Herzes zu zersetzen, welche keinen Tränkstoff aufgenommen haben. Die Zersetzungsmerkmale sind meist schon wenige Jahre nach der Verwendung des Holzes im Freien erkennbar. Die Zersetzung greift auf gut durchtränktes Splintholz sehr langsam über, siehe die Abschnitte Abb. 1 und 3, an welchen nach 13jähriger Liegedauer nur an den äufseren Begrenzungslinien des roten Kerns Zersetzung des Holzes eingetreten ist. Die Art und Dauer der Tränkung beeinflufst die Zerstörung des Kernholzes wenig, weil seine Aufnahmefähigkeit an Tränkstoffen bei jeder Tränkungsart sehr beschränkt ist, vergl. insbesondere Abb. 16 und Abb. 13. Das angewandte Doppel-Rüpingverfahren vermochte am Holzabschnitt Abb. 16 keine so gute Durchtränkung des roten Kerns zu bewirken, wie das einfache Rüpingverfahren, nach welchem der Abschnitt Abb. 13 getränkt wurde, die Zersetzung des roten Kerns im Versuchsstück Abb. 16 erfolgte rascher als diejenige in Abb. 13.

Allgemein kann demnach gesagt werden: Buchenholz mit rotem Kern beeinträchtigt die Gebrauchsdauer der aus ihm erzeugten Schwellen in nicht geringem Mafse. Mit ziemlicher Sicherheit ist das rote Herz nach 8 bis 10 Jahren so stark zersetzt, dafs eine mit ihm behaftete Schwelle eine mechanische Beanspruchung nicht mehr erträgt. Da das Splintholz auch bei geringerer Ölaufnahme den roten Kern überdauert, sollte die Tränkung solcher Schwellen nach möglichst billigem Verfahren und mit beschränkter Öldose ausgeführt werden, um die Kosten der nach verhältnismäfsig kurzer Zeit auszuwechselnden Schwellen möglichst niedrig zu halten. Die heutigen Lieferbedingungen für Buchenschwellen, welche verlangen, dafs sich das feste rote Herz nicht an der Oberseite der Schwelle befindet und nur $^1/_6$ des Schwellenquerschnitts einnimmt, stellen die äufserste Grenze der Abnahmefähigkeit solcher Schwellen dar. Es wäre meines Erachtens zweckmäfsig und erforderlich, die Vorschriften dahin zu erweitern, dafs höchstens bis zu 10 % Schwellen mit rotem Kern, der nur bis zu $^1/_6$ des Schwellenquerschnitts umfafst, zur Abnahme zugelassen werden.

3. Versuche an ersticktem Buchenholz. Die Schwellenabschnitte Abb. 4 und 5 sind einer mit deutlichen Erstickungserscheinungen behafteten Schwelle entnommen. Der Abschnitt Abb. 4 wurde lufttrocken eine Stunde in warmes Teeröl getaucht und hat hierbei so gierig Öl aufgesaugt, dafs der etwa 10 cm dicke Holzabschnitt durch und durch getränkt war. Das Versuchsstück Abb. 5 ist nach dem einfachen Rüpingverfahren mit Teeröl getränkt und hat hierbei etwa 9 Volumprozent Teeröl aufgenommen. Zugleich mit den Abschnitten Abb. 4 und 5 wurde ein ungetränktes Stück derselben Schwelle im November 1913 an der Versuchsstelle eingegraben. Bereits nach drei Jahren zeigte das ungetränkte Stück starke Gewichtsabnahme und völlige Zersetzung des Holzes, während die mit Teeröl behandelten Stücke Abb. 4 und 5 unverändert geblieben waren und annähernd dasselbe Gewicht hatten, wie unmittelbar nach der Tränkung. Im Juni 1921, also nach $7^1/_2$ Jahren, war der ungetränkte Abschnitt in kleine, zermürbte Stückchen zerfallen, während die beiden getränkten Vergleichsstücke sich immer noch unverändert zeigten; das Holz war fest, das Gewicht etwas gesunken. Im Juni 1925 war das Holz des Abschnitts Abb. 4 im allgemeinen noch gut erhalten. Das ganze Stück hatte aber stark Feuchtigkeit angezogen und am linken äufseren Rand und neben dem starken Rifs im Holz sind einzelne zersetzte Stellen erkennbar. Abschnitt Abb. 5 ist in ähnlichem Zustand, nur viel trockener.

Die Versuchsstücke Abb. 6 und 19 wurden einer auf dem Stapelplatz der Tränkanstalt trocken gelagerten Schwelle entnommen, welche an den Stirnflächen stark entwickelte junge Fruchtkörper von Pilzen trug. Es war daher anzunehmen, dafs das Holz der Schwelle von den das Ersticken des Holzes bewirkenden Pilzen befallen war und dafs sich Myzele der Pilze in den noch feuchten inneren Stellen entwickelt hatten. Der nicht getränkte und im trockenen Raum aufbewahrte Abschnitt Abb. 19 zeigt denn auch die bekannten schmutzigen gelben Flecken und einzelne schwache schwarze Begrenzungslinien der angegriffenen Holzmasse. Die Schwelle selbst wurde nach Abtrennung der Abschnitte Abb. 6 und 19 nach dem Doppel-Rüpingverfahren getränkt und hat 16 kg Teeröl, also gut, aufgenommen. Der lufttrockene, eine Stunde in warmes Teeröl getauchte Abschnitt Abb. 6 hat nur etwa 7 Volum-

Digitized by Google

prozent Tränkstoff aufgesaugt und hat sich nach $7^1/_2$jähriger Lagerung in der Versuchsstelle bei leichterem Gewichtsverlust noch in gutem Zustand befunden. Nach $11^1/_2$jähriger Liegedauer war aber das Holz, wie aus Abb. 6 ersichtlich, im Innern stark zersetzt. Einzelne Schichten, insbesondere am Rand des Versuchsstücks bzw. soweit von dem Holz unter dem Einflufs des Eintauchverfahrens Teeröl aufgesaugt wurde, sind noch gut erhalten. Der Abschnitt hat stark Feuchtigkeit angezogen.

Die Abschnitte Abb. 17 und 18 stammen von buchenen Schwellen, welche im Jahr 1923 aus der Tschecho-Slowakei angeliefert worden sind und nach Lagerung im regenreichen Sommer Erstickungserscheinungen zeigten. Die Versuchsstücke wurden nach dem Doppel-Rüpingverfahren mit Teeröl getränkt und haben 150 kg/m³ Holz, also sehr gut, aufgenommen. Einzelne Stellen sind, wie die Abbildungen zeigen, nicht oder schwach durchtränkt und von hier wird die Zersetzung des Holzes in einigen Jahren ausgehen. Zunächst ist aber das Holz durchweg fest. Auch das eingegrabene Stück Abb. 18 ist trocken.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Das nicht in der Rinde erstickte Buchenholz nimmt den Tränkstoff verhältnismäfsig gut, aber nicht gleichmäfsig auf. Soweit die Gefäfse des Holzes durch den zum Schutz gegen die Krankheit gebildeten Holzgummi verstopft sind, wird ein Durchdringen des Teeröls bei der Tränkung verhindert. Die Gebrauchsdauer des im Anfangsstadium der Krankheit konservierten Holzes ist derjenigen des imprägnierten Holzes mit rotem Kern etwa gleich. Wenn aber die Lieferbedingungen für Buchenschwellen die Annahme von Holz mit Erstickungserscheinungen oder sogar die Annahme von Holz ausschliefsen, das infolge verspäteter Verarbeitung und Trocknung das spätere Auftreten der Krankheit befürchten läfst, so ist dies voll begründet, weil die Krankheit unter Umständen während der Lagerung sehr rasche Fortschritte macht, so dafs sich eine Konservierung und ein Einbau solcher Schwellen überhaupt nicht mehr lohnt, während das Holz des gesunden roten Kerns einer Buchenschwelle sich längere Zeit nicht nachteilig verändert.

4. Tränkung von Buchenholz mit Rohnaphtalin und Mischungen von Teeröl mit Rohnaphtalin. Wie bereits oben beschrieben, wurde in der staatlichen Tränkanstalt Zuffenhausen insolange, als nur beschränkte Mengen Teeröl zur Tränkung zur Verfügung standen, zur Streckung Teeröl mit Rohnaphtalin gemischt. Die Mischungen wurden je nach den Teerölvorräten im Verhältnis 3 Teile Teeröle und 1 Teil Naphtalin bis zu 1 Teil Teeröl und 6 Teilen Naphtalin hergestellt. Insgesamt sind auf diese Art rund 75000 Stück Buchenschwellen getränkt und verlegt worden; von denen

etwa 8000 Stück mit Mischung von 3 Teilen Teeröl und 1 Teil Naphtalin,
etwa 53000 Stück mit Mischung von 6 Teilen Teeröl und 5 Teilen Naphtalin,
etwa 14000 Stück mit Mischung von 3 Teilen Teeröl und 5 Teilen Naphtalin bis 1 Teil Teeröl und und 6 Teilen Naphtalin

getränkt worden sind. Über die im Jahre 1916 zuletzt mit nur 1 Teil Teeröl auf 6 Teile Naphtalin getränkten und eingebauten Schwellen ist bis heute keinerlei Beanstandung erfolgt. Wenn auch weitere Erfahrungen abzuwarten sind, darf doch angenommen werden, dafs, nachdem die so behandelten Schwellen nach neunjähriger Liegedauer noch keinerlei Schäden aufweisen, die Haltbarkeit der mit Mischungen von Teeröl und Naphtalin getränkten Schwellen ganz bedeutend ist. Die frühere und insbesondere in Deutschland verbreitete Ansicht, dafs ein zur Holzkonservierung geeignetes Teeröl möglichst frei von Naphtalin sein soll, weil dieses das Eindringen des Öls in die Gefäfse des Holzes verhindere, ist zu berichtigen. In erwärmtem Teeröl ist Naphtalin leicht löslich und bei sachgemäfser Durchführung des Tränkprozesses ist die Verwendung von Teeröl, dem selbst reichliche Naphtalinmengen beigemengt sind, keinesfalls von Nachteil. Die fäulniswidrigen Eigenschaften des Naphtalins sind bekannt und seine physikalische Wirkung, welche nach dem Verdunsten etwaiger saurer Bestandteile im Teeröl besonders zur Geltung kommt, indem es dickflüssig wird und kristallisiert, die Zellen verstopft und verharzt, und so das Eindringen von Wasser in das Holz verhindert, ist besonders zu schätzen.

Dagegen zeigt die Verwendung von Rohnaphtalin ohne Teeröl nach den vorliegenden Erfahrungen im Tränkbetrieb, nach dem Ergebnis der angestellten Versuche und nach den Erfahrungen mit Schwellen, welche nur mit Rohnaphtalin getränkt in Gleise verlegt sind, ein weniger günstiges Bild. Abb. 26 und 27 zeigen Abschnitte von zwei Buchenschwellen, welche als ganze Schwellen mit reinem Rohnaphtalin im Jahre 1916 getränkt worden sind und 105 kg pro m³ Holz Tränkstoff aufgenommen haben. Zersetzungserscheinungen waren an beiden Stücken nach fünfjähriger Liegedauer in der Versuchsstelle nicht erkennbar, wobei zu beachten ist, dafs die Stücke von den Schwellenenden gewonnen sind, welche, wie nachstehend zum Ausdruck kommt, mit dem Tränkstoff zweifellos verhältnismäfsig gut durchtränkt sind. Nach neun Jahren war der Abschnitt Abb. 26 in der Mitte stark zersetzt, während das Versuchsstück Abb. 27 noch gut erhalten ist. Das heute noch gesunde Holz der Abschnitte, das mit Naphtalin durchtränkt ist, ist gegenüber den Versuchsstücken, welche mit Teeröl und anderen Tränkstoffen behandelt sind, auffallend trocken, was von der wasserabstofsenden Kraft des Naphtalins beredtes Zeugnis ablegt.

Bei Tränkung mit Rohnaphtalin ohne Zusatz von Teeröl wird aber, abgesehen von den früher geschilderten Nachteilen im Tränkbetrieb selbst, eine gleichmäfsige Durchtränkung der ganzen Schwelle nicht erreicht. Trotz der während der Tränkung im Tränkkessel erzielten hohen Temperatur, wird im Innern der Schwelle, wie auch durch frühere Versuche längst nachgewiesen ist, keine so hohe Temperatur erzielt, wie sie zur Flüssighaltung des Naphtalins erforderlich ist. Die Folge dürfte sein, dafs das Naphtalin mit dem Sinken der Temperatur dickflüssig und fest wird, die Holzgefäfse verstopft, wodurch das Eindringen in die inneren Teile der Schwelle und die gleichmäfsige Verteilung des Tränkstoffs in der ganzen Schwelle verhindert wird.

Ein charakteristisches Bild hierfür ist in den Abb. 31, 32 und 33 gegeben, welche je einen Querschnitt am Schwellenende und in der Mitte der Schwelle und endlich einen Längenschnitt durch die Mittellinie ein und derselben mit reinem Rohnaphtalin getränkten Schwelle zeigen. Die Schwelle lag vom Jahr 1916 bis 1925, wo sie als unbrauchbar ausgebaut werden mufste, im Gleis. Der Querschnitt am Schwellenkopf, Abb. 31, ist noch verhältnismäfsig gut erhalten, wie das oben beschriebene Versuchsstück Abb. 27. Das Holz am Rand des Querschnitts zeigt gesunde Farbe, während es im Innern dunkler gefärbt ist und sich zu zersetzen beginnt. Der Mittelschnitt Abb. 32 zeigt eine weit vorgeschrittene Zersetzung des inneren Teils des Schwellenquerschnitts. Das noch gesunde Holz der dünnen äufseren Schale ist eingebrochen. Am Längenschnitt ist die gegen die Mitte der Schwelle zunehmende Ausdehnung der Holzzerstörung infolge der ungleichmäfsigen Verteilung des Tränkstoffs ersichtlich. Die namentlich gegen die Mitte der Schwelle hell erscheinende untere Hälfte des Längsschnitts ist gut durchtränkt und gut erhalten; das übrige Holz verfärbt und zersetzt. Auch das Holz dieser Schwelle ist sehr trocken. Dasselbe ungünstige Ergebnis ist bei allen in freier Strecke verlegten Schwellen, welche nur mit Rohnaphtalin getränkt sind, in Erscheinung getreten. Von den in den Jahren 1916

Digitized by Google

bis 1918 eingebauten und nur mit Naphtalin getränkten rund 55000 Stück Schwellen mufsten im Jahr 1922 insgesamt rund 3200 Stück oder 5,8 % ausgebaut werden, weil das Holz im Innern der Schwellen vollständig zerstört war; im Jahr 1923 waren rund 4000 Stück dieser Schwellen auszubauen, so dafs schon über 13 % der verlegten Schwellen unbrauchbar waren. Die Zerstörung hat stets in der Mitte der Schwellen, also nicht unter den Schienenauflagern begonnen und ist derart, dafs das Holz kaum noch Brennholzwert hat. Es ist anzunehmen, dafs der Rest der nur mit Naphtalin getränkten eingebauten Schwellen im Laufe der nächsten vier bis fünf Jahre vollends ausgebaut werden mufs.

Das Naphtalin hat sich trotz bester und dem Tränkstoff angepafster Ausführung der Tränkung nicht gut und nicht gleichmäfsig in der ganzen Schwelle verteilt; meines Erachtens ist ein völliges Eindringen des Naphtalins in das Innere des Schwellenholzes nicht zu erreichen, weil die zur Flüssighaltung des Naphtalins erforderliche Temperatur im Innern der Schwelle nicht zu erzielen ist, wenn nicht eine so hohe Temperatur im Kessel erzeugt wird, dafs sie die Beschaffenheit des Holzes von vornherein stark beeinträchtigen würde. Der oben geschilderte und aus Abb. 31, 32 und 33 ersichtliche Beginn der Zerstörung in der Mitte und im Innern der Schwelle dürften den Beweis hierfür erbringen.

5. Tränkung von Buchenschwellen mit Chlorzink. Die von der Mitte des Jahres 1916 an durchgeführte Tränkung von Kiefernschwellen mit Chlorzink gab Anlafs, auch einige Buchenschwellen mit diesem Tränkstoff zu behandeln, um sie den angestellten Versuchen anzugliedern. Wenn auch längst festgestellt ist, dafs bei Buchenschwellen die Tränkung mit Steinkohlenteeröl das vorteilhafteste und wirtschaftlichste Ergebnis ergibt und dafs heute andere Tränkstoffe für die Konservierung der buchenen Schwellen kaum in Betracht kommen, dürfte der Versuch doch im Vergleich mit der während des Kriegs durchgeführten Behandlung der Buchenschwellen mit Rohnaphtalin von Interesse sein. Abb. 23 und 25 zeigen Buchenschwellenabschnitte, welche mit einer $3\,^1/_2{}^0$ Bé starken Zinkchloridlauge nach dem oben beschriebenen Verfahren getränkt worden sind. Abb. 24 zeigt einen ungetränkten Abschnitt dieser Buchenschwelle, der erkennen läfst, dafs das Holz völlig gesund war. Die Aufnahme der Schwelle I. Klasse an Tränkstoff betrug 34 kg. Die Abschnitte Abb. 23 und 25 wurden im Oktober 1916 in der Versuchsstelle eingegraben. Eine Untersuchung der Abschnitte nach fünf Jahren ergab eine Gewichtsabnahme von etwa 40 % der aufgenommenen Lösung, das Holz wies keinerlei Zersetzungserscheinungen auf. Nach zehnjähriger Liegedauer war das Gewicht der Versuchsstücke wieder annähernd auf dasjenige unmittelbar nach der Tränkung gestiegen, d. h. die Abschnitte hatten Feuchtigkeit in hohem Grade aufgenommen, wie dies auch aus ihrer auffallend dunklen Färbung, namentlich im Vergleich mit den in Abb. 26 und 27 dargestellten, mit Naphtalin getränkten Abschnitten, deutlich ersichtlich ist. An einigen Stellen der Abschnitte ist das Holz stark zersetzt.

Nach vorliegendem Versuchsergebnis und wie aus früheren Versuchen der seinerzeitig Königl. Ungarischen Staatsbahnen in den Jahren 1885 bis 1895 bereits festgestellt ist, beträgt die durchschnittliche Liegedauer einer mit Chlorzink getränkten Buchenschwelle etwa sieben bis acht Jahre, welche von den mit reinem Naphtalin behandelten Buchenschwellen nicht ganz erreicht werden wird. Wenn man noch die mit der Tränkung mittelst Naphtalin verbundenen unangenehmen Schwierigkeiten im Tränkbetrieb selbst in Betracht zieht, so möchte in Notfällen, wie sie der letzte Krieg gebracht hat, die Tränkung buchener Schwellen mit Chlorzink oder anderen wässerigen Salzlösungen derjenigen mit Naphtalin vorgezogen werden, besonders wenn, wie in der Holztränkungsanstalt Zuffenhausen zu jener Zeit, die Tränkung kieferner Schwellen ohnedies mit Chlorzink durchgeführt wurde.

6. Tränkung von Kiefernschwellen mit Chlorzink. Über die Tränkung von kiefernen Schwellen mit Zinkchlorid liegen so langjährige und zahlreiche Erfahrungen vor, dafs sich ein näheres Eingehen auf dieses Tränkverfahren erübrigt. Die Versuche wurden nur der Vollständigkeit halber angestellt und das Ergebnis derselben ist in Abb. 20, 21 und 22 dargestellt. Abb. 20 zeigt ein ungetränktes Vergleichsstück zu den mit einer Zinkchloridlauge von $3\,^1/_2{}^0$ Bé getränkten Kiefernschwellenabschnitten Abb. 21 und 22. Die Aufnahme an Zinkchloridlauge betrug rund 38 kg auf die Schwelle I. Klasse. Das Versuchsergebnis deckt sich ziemlich mit den allgemeinen Erfahrungen. Das Holz und besonders das stark durchtränkte Splintholz ist infolge der hygroskopischen Eigenschaften des mit Chlorzink getränkten Holzes sehr feucht und hat nach ursprünglicher Gewichtsabnahme sein Gewicht nach der Tränkung wieder erreicht. Nach zehnjähriger Liegedauer beginnt das Splintholz der getränkten Abschnitte an verschiedenen Stellen zu faulen, ist aber wesentlich besser erhalten als das ungetränkte Vergleichsstück Abb. 20. Wenn man heute zur Konservierung von Kiefernschwellen reines Zinkchlorid kaum mehr verwendet, sondern die Tränkung meist mit einer Mischung von Chlorzink und anderen, besonders öligen Stoffen, durchführt, so mag doch bei den durch die Kriegszeit verursachten Verhältnissen die Verwendung des greifbaren Zinkchlorid richtig gewesen sein, sofern die Lebensdauer hiermit behandelter Schwellen nicht unwesentlich verlängert werden konnte.

7. Tränkung von angeblautem Kiefernholz mit Teeröl. Abb. 10 zeigt einen ungetränkten, im trockenen Raum aufbewahrten Schwellenabschnitt aus Kiefernholz, dessen Splintholz die charakteristischen Merkmale der Blaufäule trägt. Abb. 7 bis 9 stellen Abschnitte derselben Schwelle dar, welche in der Versuchsstelle eingegraben wurden und von denen Abschnitt Abb. 7 nach dem einfachen Rüpingverfahren mit Teeröl unter dreistündigem Öldruck, Abschnitt Abb. 8 nach dem einfachen Rüpingverfahren mit Teeröl unter einstündigem Öldruck und Abschnitt Abb. 9 gar nicht getränkt worden ist. Die getränkten Schwellenabschnitte haben sowohl bei der Tränkung mit einstündigem Öldruck, wie bei Ausführung der Tränkung mit dreistündigem Öldruck rund 80 kg Teeröl/m³ Holz aufgenommen. Die Teerölaufnahme ist daher trotz der teilweisen Verblauung des Splintholzes in beiden Fällen sehr gut, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dafs die Schwellenabschnitte verhältnismäfsig viel Splintholz aufweisen, so dafs eine über den vorgeschriebenen Grad gehende Ölaufnahme an und für sich gegeben ist. Das Teeröl ist im Splintholz der getränkten Abschnitte gut verteilt. Das ungetränkte Schwellenstück Abb. 9 zeigt nach vierjähriger Liegedauer in der Versuchsstelle bereits Zerstörungen des gesamten Splintholzquerschnitts und auch kleinere zersetzte Stellen im Kern. Die Versuchsstücke Abb. 7 und 8 haben nach derselben Liegedauer noch durchweg gesundes Splint- und Kernholz, doch macht das Holz des Abschnitts Abb. 7 heute einen frischeren und ölhaltigeren Eindruck als dasjenige des Abschnitts Abb. 8. Eine teilweise Verblauung des Holzes scheint also ohne nachteiligen Einflufs auf die Gebrauchsdauer der Schwelle zu sein, namentlich wenn für gute Tränkung besondere Mafsnahmen getroffen werden. In Rücksicht auf das nur schwer zu verhütende Auftreten der Blaufäule bei Kiefernschwellen sollte daher die Abnahme solcher Schwellen, welche diese Krankheitserscheinung ohne Verbindung mit anderen Holzbeschädigungen tragen, nicht zu peinlich erfolgen, weil es möglich ist, durch etwas innigere Tränkung solcher Schwellen jedem Schaden vorzubeugen. Der Ausschufs stark verblauter Schwellen und von etwaigem infolge Käferfrafs vom Blaupilz befallenen und gleichzeitig abgestorbenen

Digitized by Google

Holz oder von einem gleichzeitig von Insekten beschädigten Holz ist selbstverständlich geboten. Auch erscheint ein Preisabzug für angeblaute, aber verwendbare Schwellen als Ausgleich für die durch besondere Tränkmafsnahmen entstehenden Kosten gerechtfertigt.

8. Tränkung von Kiefernholz mit »Triolith«. Wie im Abschnitt II ausgeführt, wurde wegen der immer noch schwierigen Teerölbeschaffung in den ersten Jahren der Nachkriegszeit u. a. die Tränkung von Kiefernschwellen mit »Triolith« durchgeführt, um die vorhandenen Buchenschwellen mit den Teerölvorräten tränken zu können. Die Abb. 29 und 30 zeigen zwei mit Triolith behandelte Schwellenabschnitte, welche aus einer Kiefernschwelle gewonnen wurden, welcher auch der ungetränkte Abschnitt Abb. 28 entnommen worden ist. Die Versuchsstücke Abb. 28 und 29 liegen seit Juni 1921 in der Versuchsstelle, der Abschnitt Abb. 30 ist zum Vergleich im gedeckten Raum aufbewahrt worden. Das Tränkverfahren ist in Abschnitt II geschildert, die Tränkstoffaufnahme betrug bei den Versuchsstücken 250 kg Triolithlösung auf 1 m³ Holz. Nach vierjähriger Liegedauer ist das ungetränkte Versuchsstück Abb. 24 im Splint stark, im Kern weniger stark zersetzt; der getränkte Abschnitt Abb. 29 ist sehr gut erhalten. Das Splintholz hat Feuchtigkeit aufgenommen und zeigt nur noch wenig von der gelben Färbung, die das Holz ursprünglich von dem Tränksalz angenommen hatte und die bei dem im gedeckten Raum aufbewahrten Abschnitt Abb. 30 noch frisch erhalten ist. Wenn auch daraus, dafs an dem eingegrabenen getränkten Versuchsstück die gelbe Färbung beinahe verschwunden ist, geschlossen werden mag, dafs ein Teil der wässerigen Lösung ausgewaschen wurde, ist immerhin nach dem heutigen tadellosen Zustand des Holzes anzunehmen, dafs eine Zerstörung des Holzes noch in weiter Ferne liegt.

Auch von den seit dem Jahr 1920 im Gleis liegenden 20000 Stück mit Triolith behandelten Schwellen, mufste bis heute keine einzige Schwelle ausgewechselt werden und die eingeholten Urteile über den Zustand der Schwellen lassen vermuten, dafs mit einer langen Liegedauer der Schwellen gerechnet werden kann. Im Bereich der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahnen sind im Jahr 1915 mit ähnlichem Salz getränkte Schwellen verlegt worden, deren Zustand heute nach etwa zehnjähriger Liegedauer durchweg gut sein soll. Die Verwendung von Triolith wird aber für die Tränkung von Eisenbahnschwellen kaum in Frage kommen, solange hierfür Teeröl in genügenden Mengen zur Verfügung steht, da infolge der vorzüglichen holzkonservierenden Eigenschaften des Teeröls und insbesondere wegen seiner wasserabstofsenden Kraft eine gröfstmöglichste Verlängerung der Gebrauchsdauer des mit ihm behandelten Holzes gewährleistet ist, so dafs letzten Endes die Teeröltränkung auch das billigste Tränkverfahren darstellt.

Wenn auch die durch den Krieg verursachten Auswirkungen auf die Behandlung des Holzes im allgemeinen und im besonderen auf die Behandlung der hölzernen Eisenbahnschwellen eine hoffentlich lange nicht wiederkehrende Ausnahme bedeuten, so mögen doch die beschriebenen Versuche und Mafsnahmen, wie sie ähnlich wohl auch in anderen staatlichen und privaten Betrieben getroffen werden mufsten, dazu beigetragen haben, den Blick für eine sachgemäfse und wirtschaftliche Behandlung des Holzes zu schärfen.

Letzten Endes möge die Abhandlung auch dazu beitragen, sich einesteils von der durch den Krieg verursachten und bedingten nachsichtigeren Beurteilung der Holzbeschaffenheit und der Geeignetheit von Konservierungsmitteln und Konservierungsverfahren für die verschiedenen Holzarten und Zwecke vollends frei zu machen, und anderenteils eine infolge des gesteigerten Holzverbrauchs gebotene und notwendige haushälterische Verwendung unserer Holzvorräte nicht durch zu weitgehende Verwerfung von zwar mit Krankheitserscheinungen behaftetem, aber technisch noch wirtschaftlich verwendbarem Holz zu unterbinden.

Indische Schmalspur-Lokomotiven.

Von Baurat Dr. Ing. e. h. **Metzeltin**, Hannover.

Englisch-Ostindien besitzt neben seinem rund 65 000 km umfassenden Breitspur- und Meterspur-Netz rund 3 500 km Bahn mit 762 und 610 mm Spurweite.

Am bekanntesten ist unter den 610 mm-spurigen Bahnen die wegen der landschaftlichen Schönheit und technischen Anlage, insbesondere der Schleifen- und Kehrenentwicklung, häufig beschriebene*) Bahn von Siliguri nach Darjeeling, die mit englischen und amerikanischen B-Tenderlokomotiven**) und neuerdings auch B + B-Garrattlokomotiven ***) betrieben in 82 km Lauf 2128 m Höhe ersteigt.

Das einzige grofse Bahnnetz dieser Spur bilden die Gwalior-Light Railways. Der Staat Gwalior liegt südlich der Linie Delhi—Agra—Cawnpur. Die Great Indian Peninsular-bahn berührt die Hauptstadt Gwalior mit ihrer Linie Bombay—Bhopal—Agra. Das Netz der Gwalior Light Railways umfafst etwa 400 km Strecke; die einzelnen Linien gehen von Gwalior strahlenförmig aus. Diese Gwaliorbahn ist schon seit ihrer Eröffnung 1893 mit Lokomotiven mit besonderem Tender und zwar C- und 2 C-Lokomotiven (Abb. 1) betrieben worden, zu denen in den letzten Jahren 1 C 1- und 1 D 1-Lokomotiven mit vierachsigem Tender (Abb. 2) getreten sind. Alle Lokomotiven wurden von der Firma Kerr, Stuart & Co., London, geliefert.

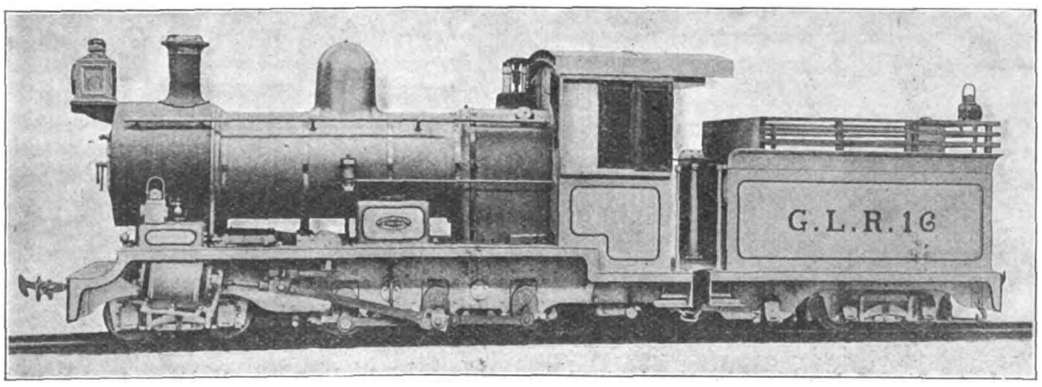


Abb. 1. 2 C-2 n Lokomotive der Gwalior-Kleinbahnen, gebaut von Kerr, Stuart & Co., London 1909. Spurweite 610 mm, Zylinderdurchmesser 267 mm, Kolbenhub 381 mm, Treibraddurchmesser 762 mm, Rostfläche 0,7 m², Heizfläche (wasserber.) 33,5 m², Dienstgewicht 26,4 t.

Sonstige gröfsere Bahnen von 610 mm Spurweite bestehen nicht. Grofse Ausdehnung hat aber die Spurweite von 2′ 6″ = 762 mm gefunden. Diese ist zunächst von den grofsen Bahn-

*) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1904, S. 714, Troske, Allgemeine Eisenbahnkunde, S. 59.
**) Locomotive Magazine 1918, S. 14.
***) Revue générale 1913, I., S. 306.

Digitized by Google

gesellschaften für ihre Nebenlinien verwendet worden, dann aber auch für gröfsere, selbständige Kleinbahnnetze einheimischer Staaten zur Anwendung gekommen.

Für den Betrieb dieser meist nicht kurzen Einzelstrecken haben von Anfang an Lokomotiven mit Tendern Verwendung gefunden. Anfänglich waren B 1-Lokomotiven (Abb. 3) und für schwierigere Strecken auch C 1-Lokomotiven sehr beliebt. Im Laufe der Zeit ist man auch hier von dieser Achsanordnung abgegangen. Neuzeitliche C-Lokomotiven (Abb. 4) hat kürzlich die Morvistaatsbahn beschafft.

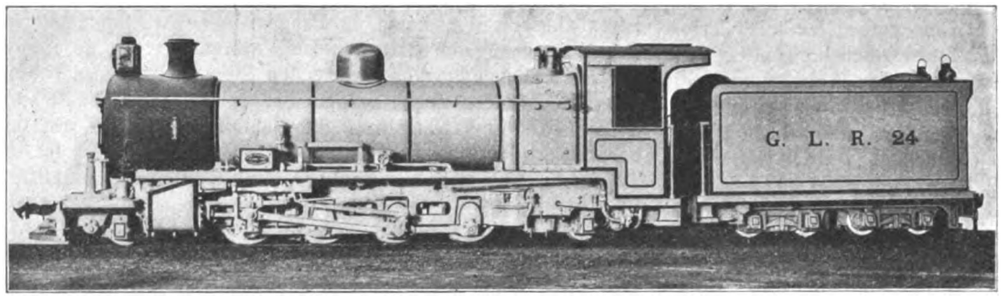


Abb. 2. 1 D 1-2 n Lokomotive der Gwalior Kleinbahnen, gebaut von Kerr, Stuart & Co., London 1922. Spurweite 610 mm, Zylinderdurchmesser 305 mm. Kolbenhub 456 mm, Treibraddurchmesser 838 mm, Rostfläche 1,44 m², Heizfläche (wasserber.) 83,6 m², Dienstgewicht 49,8 t.

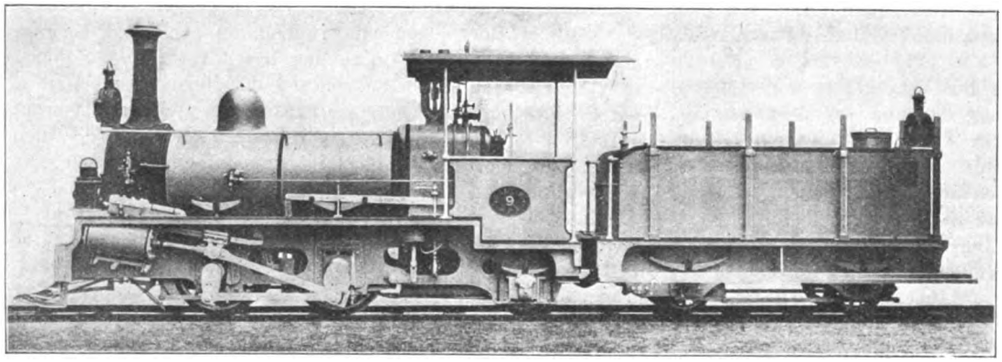


Abb. 3. B 1-2 n Lokomotive der Ankleshwar-Pardi-Bahn, gebaut von Yorkshire Engine Co., Sheffield 1883. Spurweite 762 mm, Zylinderdurchmesser 254 mm, Kolbenhub 457 mm, Treibraddurchmesser 914 mm, Rostfläche 0,6 m², Heizfläche (wasserber.) 35 m², Dienstgewicht 12,7 t.

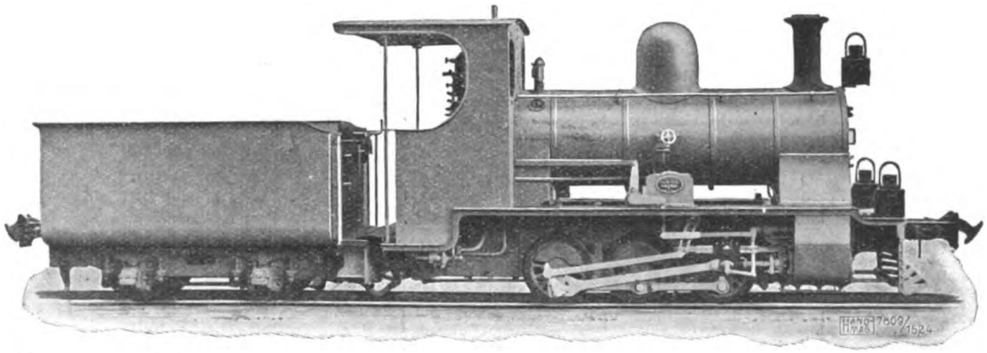


Abb. 4. C-2 n Lokomotive der Morvi-Staatsbahn, gebaut von der Hanomag, Hannover-Linden, 1925; Spurweite 762 mm, Zylinderdurchmesser 210 mm, Kolbenhub 300 mm, Treibraddurchmesser 600 mm, Rostfläche 0,4 m², Heizfläche (wasserber.) 19 m², Dienstgewicht 9,36 t.

In den letzten Jahren sind jedoch auch für die 762 mm-spurigen Bahnen 2 C 1-, 1 D 1- und 2 D-Lokomotiven zur Bestellung gelangt. Eine der neuesten Lokomotiven der letzten Bauart (Abb. 5) wurde 1925 von der Hanomag für die Bhavnager Staatsbahn (auf der Halbinsel Kathiawar, zwischen dem Golf von Cutch und dem von Cambey) gebaut und zwar nach englischen Zollmafsen und mit Baustoffen nach British Standard Specifications. Sie entspricht im allgemeinen fast genau den von englischen Firmen gelieferten 2 D-Lokomotiven Nr. 163 bis 167 der ebenfalls 762 mm spurigen Sierra Leone Regierungsbahn. Fortgelassen ist nur der Dampftrockner. Die Rauchkammer der Sierra Leone-Lokomotiven enthält nämlich einen der Rohrwand vorgebauten Dampftrockner, Bauart Drummond, bestehend aus einer etwa 230 mm langen Trommel mit 142 Rohren, deren Teilung jener der Heizrohre entspricht. Dieser Trockner hat auch Veranlassung zur Anwendung von Kolbenschiebern gegeben. Sonstige Änderungen, die durch die Innehaltung der indischen Umgrenzungslinie nötig wurden, waren nur geringfügiger Art.

Bemerkenswert ist vor allem der Kessel. Die Achsanordnung 2 D zwingt bei üblicher Kesselform entweder zu einer aufserordentlich langen und seitlich sehr stark eingezogenen Feuerbüchse, wenn sie zwischen die Räder reichen soll, da bei 762 mm Spur nur noch etwa 450 mm Rostbreite zu erreichen ist, oder es würde sich eine unerwünscht hohe Kessellage ergeben. Einen Ausweg bietet die in Abb. 6 dargestellte Kesselform, Bauart Gaines, die schon früher in den Vereinigten Staaten angewendet worden ist und sich dort auch heute noch bei sehr grofsen Lokomotiven findet, z. B. den 1 D-D 1 Einheitslokomotiven und den 1 E-E 1 Lokomotiven der Virginiabahn*). Gaines zerlegt die Grundfläche der Feuerbüchse durch eine querliegende Feuerbrücke in zwei Abteilungen, von denen nur die hintere mit Rost versehen wird. Der Raum über der vorderen Fläche dient als Verbrennungskammer und Aschenfang.

Bei der indischen 2 D-Lokomotive war es auf diese Weise möglich, das Mafs Langkesselunterkante bis Bodenringunterkante auf 140 mm, jenes von Mitte unterste Rohrreihe bis ebendahin auf 180 mm herunterzudrücken. Auf 1 m² Rostfläche entfällt daher trotz der geringen Feuerbüchstiefe von 883 mm immerhin noch beinahe 1,2 m² Feuerbüchsraum. Die im Verbrennungsraum sich ansammelnde Asche fällt in einen Aschentrichter, der vor der letzten Kuppelachse liegt.

Die 177 Messingrohre von 41,2 mm äufserem Durchmesser weisen, wie bei englischen Kolonialausführungen üblich, eine vom

*) Locomotive Dictionary 1922, S. 264—65.

Digitized by Google

Feuerbuchsende nach vorn von 2,34 auf 2,03 mm abnehmende Wandstärke auf. Sie sind in der hinteren Rohrwand nicht eingezogen, sondern glatt eingewalzt und umgebördelt. Allerdings schützt ein stählerner Brandring von 38 mm Länge die schon

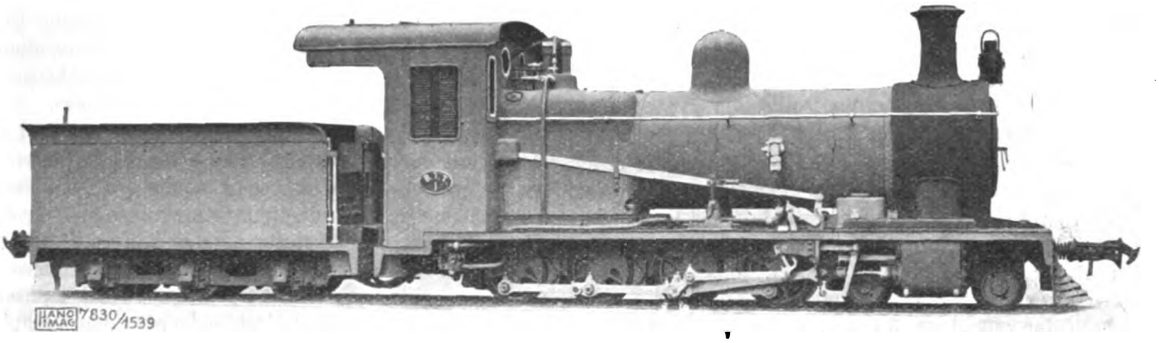


Abb. 5. 2 D-2 n Lokomotive der Bhavnagar Staatsbahn, gebaut von der Hanomag, Hannover-Linden, 1925; Spurweite 762 mm, Zylinderdurchmesser 305 mm, Kolbenhub 406 mm, Treibraddurchmesser 711 mm, Rostfläche 1,15 m², Heizfläche (wasserber.) 67,8 m², Dienstgewicht 24 t.

infolge der Anordnung der Verbrennungskammer keiner allzuscharfer Stichflamme mehr ausgesetzten Einwalzstellen. In der Rauchkammerrohrwand sind die Rohre auf 43 mm, also sehr schwach erweitert und nur eingewalzt, nicht umgebördelt.

Bemerkenswert ist, dafs der zulässige niedrigste Wasserstand nur 2" (51 mm) über der Feuerbüchsdecke liegt, so dafs bei diesem Wasserstand 368 mm Höhe für den Dampfraum zur Verfügung bleibt. Trotz des verhältnismäfsig geringen Kessel-

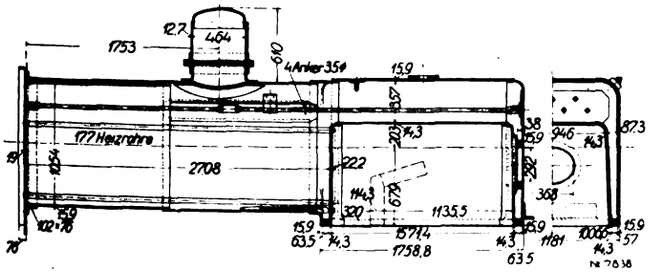


Abb. 6. Kessel der 2 D-2 n Lokomotive der Bhavnagar-Staatsbahn.

drucks von 11,2 at, der bei den indischen Kleinbahnlokomotiven noch ziemlich allgemein ist, sind die Bleche des Belpaire-Stehkessels durchweg 15,9 mm stark. Die Rückwand ist mit der vorderen Rohrwand durch vier Rundanker von 35 mm Stärke mit Spannschlössern verbunden. Nachahmenswert ist die Anordnung der seitlichen Bekleidung des Stehkessels, die so geteilt ist, dafs die von Stehbolzen eingenommene Fläche leicht abgedeckt werden kann. Zum Wärmeschutz des Kessels dient eine Asbestbekleidung.

Von der Anwendung eines Überhitzers hat man abgesehen, wie man überhaupt mit Rücksicht auf die Bedienung durch Eingeborene die Lokomotive in allen Einzelheiten so einfach wie möglich zu gestalten versuchte.

Der Rahmen besteht aus Blechen von 22 mm Wandstärke und hat 619 mm lichten Abstand. Der Kessel stützt sich auf ihn nur vorn an der Rauchkammer und unter der Feuerbüchse. Hier trägt der Rahmen auch entsprechend starke gufseiserne Querstücke. Aufserdem geht auf der ganzen Länge ein wagrechtes Blech von 19 mm Stärke durch. Der Rahmen ist also verhältnismäfsig recht steif.

Die Lastübertragung auf das Drehgestell findet durch einen zylindrischen Zapfen statt, der dem Drehgestell ± 50 mm Spiel gibt. Auf die gekuppelten Achsen erfolgt die Lastübertragung durch Tragfedern von 609 mm Länge, die aus je zwölf Lagen 90×6,3, und je einer Lage 90×12,7 mm bestehen. Die sämtlichen Federn liegen unterhalb der Achsbüchsen. Sie sind sehr weich, infolgedessen fehlen Ausgleichhebel vollständig. Das Drehgestell mit Plattenrahmen überträgt das Gewicht durch vier Tragfedern von je zwölf Lagen zu 57×4,8 und eine Lage 57×6,3 mm. Diese Federn liegen bei dem kleinen Raddurchmesser von 457 mm natürlich oberhalb der Achsbüchsen.

Das Triebwerk zeigt keine Besonderheiten. Beibehalten ist der bei den Sierra Leone-Lokomotiven wegen des Dampftrockners vorgesehene Kolbenschieber, der mit 152 mm Durchmesser bei 330 mm Zylinderdurchmesser reichlich grofs erscheint.

Wegen der zu durchfahrenden staubigen Strecken sind die Achslagergehäuse aus Bronze. Lagerschalen und seitliche Gleitschuhe entfallen. Die Bronze soll laut Vorschrift möglichst zähe und widerstandsfähig gegen Abnutzung sein. Die Baustoffvorschriften lauten: Festigkeit 37,8 kg/mm², Dehnung 10 bis 20 v. H. bei einem Probestab von 20,2 mm Durchmesser und 76 mm Mefslänge. Für die Zusammensetzung sind vorgesehen 56 v. H. Cu und 41 v. H. Zn, während die Wahl der restlichen 3 v. H. dem Hersteller freigestellt ist. Für die sonstigen Lager und reibenden Teile wurde ein Rotgufs von 84 v. H. Cu, 15 v. H. Sn, 1 v. H. Zn, für die Kesselausrüstung ein solcher von 85 v. H. Cu, 6 v. H. Sn, 4,5 v. H. Zn, 4,5 v. H. Pb verwendet.

Von der Ausrüstung sei erwähnt: Dampfbremse für die Lokomotive mit wagrecht liegenden Dampfzylindern von 200 mm Durchmesser, die mit acht Bremsklötzen sämtliche gekuppelten Räder von vorn bremst. Ein Ausgleichgestänge ist nicht vorgesehen, sondern nur eine entsprechende Anzahl von Stangenschlössern. Der Bremsdruck beträgt bis 75 v. H. des Reibungswertes. Ferner: Luftsaugebremse für den Zug, Detroitöler zur Schmierung der unter Dampf arbeitenden Teile.

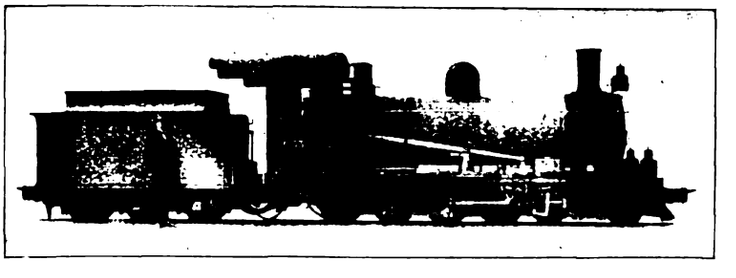


Abb. 7. 2 D-2 n Lokomotive für Schmalspurlinien der Great Indian Peninsular-Bahn. Zylinderdurchmesser 330 mm, Kolbenhub 406 mm, Treibraddurchmesser 762 mm, Rostfläche 1,15 m², Heizfläche (wasserber.) 68 m², Dienstgewicht 25 t.

Die ganze Kesselausrüstung ist einfach und übersichtlich angeordnet.

Ähnliche Lokomotiven, ebenfalls von der Hanomag gebaut, sind in Abb. 7 dargestellt. Sie sind bestimmt für die Pachora-

Digitized by Google

Jamner und die Dhont-Barimati Bahnen, Stichbahnen der Linien der Great Indian Peninsular (G. I. P.) Bahn nach Jubbalpore bzw. Madras. Den Betrieb führt die G. I. P.-Bahn, deren Normen daher auch, soweit angängig, zu beachten waren.

Als Leistung wurde verlangt eine Schlepplast von 200 t über Steigungen von 1 : 75 mit häufigen Krümmungen von R = 103 m, wobei allerdings die Geschwindigkeit auf 6,5 bis 9 km/h zurückgehen durfte; ferner sollte die Möglichkeit bestehen, Weichen mit R = 43 m Halbmesser zu befahren.

Die Zugkraft errechnet sich für obige Leistung zu etwa 4580 kg, die Kesselleistung zu 110 bis 175 PS. Während der Kessel der Bhavnagar-Lokomotiven mit 1,12 m² Rostfläche und 67 m² Heizfläche als ausreichend zu betrachten war, erschien das Reibungsgewicht mit 15,27 t, das nur einen Reibungswert von $\mu = 1 : 3{,}3$ ergibt, etwas knapp. Es mufste deshalb innerhalb der zulässigen 5 t Achsdruck erhöht werden, ebenso die Zugkraft, die erst mit 0,74 gerechnet nur 4580 kg ergibt. Da ferner die Umgrenzungsvorschriften die Erhöhung des Treibraddurchmessers um 2″ (von 711 auf 762 mm) wünschenswert erscheinen liefsen, wurde auch der Zylinderdurchmesser um 1″ vergröfsert, so dafs sich nunmehr eine Zugkraft von 4580 kg bereits bei Rechnung mit dem Werte 0,68 ergibt. Auch der Durchmesser der Drehgestellräder wurde um 2″, d. h. von 457 auf 508 mm erhöht. Die Vergröfserung der Raddurchmesser brachte bei Beibehaltung des Kessels eine Höherlegung der Kesselmitte von 1575 auf 1600 mm mit sich. Der Kessel selbst behielt die gleichen Abmessungen, wurde jedoch mit stählernen Rohren und zwar 165 Stück von 44,45 mm Aufsendurchmesser und 3 mm Wandstärke ausgerüstet. Auch diese Rohre sind ohne »Brust« glatt eingewalzt, sie sind lediglich hinten auf 150 mm Länge um 3 mm im Durchmesser eingezogen, vorn um ebensoviel aufgeweitet.

Er erhielt ferner abweichend von dem Kessel der vorigen Lokomotive eine Webbsche Feuertür und einen Schlammsammler, ferner als Wärmeschutz eine Holzbekleidung unter dem äufseren Blech. Diese Holzbekleidung wird allerdings erst in Indien aufgebracht, weil die europäischen Hölzer gegen Wärme nicht widerstandsfähig genug sind.

Rahmen und Triebwerk entsprechen im allgemeinen der Ausführung der Bhavnagar-Lokomotiven, doch bestehen die Achslagergehäuse aus Stahlgufs und sind mit Rotgufslagerschalen und -schuhen versehen.

Die dreiachsigen Tender beider Lokomotivtypen sind von gleichem Aufbau:

Äufserer Blechrahmen von 16 mm Stärke,
prismatischer Wasserkasten mit geneigter Decke,
vordere feste Abschlufswand mit Kohlenöffnung,
keine Ausgleichhebel zwischen den Achsen.
Gebremst werden sie mit Spindelbremse.

Abweichend hat der Tender der letzten Lokomotivtype Räder von 610 mm, d. h. 51 mm gröfseren Durchmesser erhalten, um seine Bodenhöhe mit der höher gelegten Bodenfläche im Führerhause in Übereinstimmung zu bringen; er erhielt ferner einen Aufbau zur Unterbringung gröfserer Brennstoffvorräte. Aufserdem ist er aber neben der Spindelbremse auch noch mit Dampfbremse versehen. Mittels einer halbzölligen Kupplung mit biegsamem Metallschlauch wird dem rechts am Rahmen wagrecht angeordneten Bremszylinder von 110 mm Durchmesser Dampf zugeführt. Alle Räder werden einklotzig von hinten gebremst und zwar durch ein Ausgleichgestänge. Zwei zum Abschlufs des Wassereinlaufs dienende Hebel liegen unter dem Kohlenauslauf recht ungünstig.

Alle vorerwähnten neueren Lokomotiven sind mit Kuhfänger versehen. Als Kupplung dient der bei den indischen Kleinbahnen allgemein angewandte »ABC-Coupler«, der mit seiner Mittellinie 597 mm über S. O. liegt.

Bei der Schwierigkeit der Unterbringung grofser Rostflächen bei schmalspurigen Lokomotiven wie den beschriebenen, ist es auffällig, dafs man statt der Achsanordnung 2C1 und 2D bzw. 1D1 noch nicht zum hinteren zweiachsigen Drehgestell gegriffen hat, also zur Achsanordnung 1C2 oder 1D2. Der Grund liegt zweifellos darin, dafs man für die meist krümmungsreichen und oft mit langen Gefällstrecken versehenen Linien auf gute Führung der Lokomotive auch für die Fälle der mit Rücksicht auf das eingeborene Personal wohl nicht immer einzuhaltenden gröfsten zulässigen Geschwindigkeit besonderen Wert legte. Die Rücksicht auf das einheimische Personal hat auch Veranlassung gegeben, von der Anwendung von Überhitzern vorläufig abzusehen, obwohl die grofsen indischen Bahnen neue breit- und meterspurige Lokomotiven nur noch in Heifsdampfausführung beschaffen.

Der neue Zweispindelaufzug für Bahnsteige.

Von Eisenbahn-Oberingenieur i. R. **Block**, Hannover.

Die Zweispindelaufzüge verdanken ihre Entwicklung vornehmlich den Anforderungen, welche die Eisenbahn an die Ausbildung ihrer Gepäckaufzüge für die Bahnsteige stellen mufste. Früher in der Regel hydraulisch betrieben, erhielten diese Anlagen bei späteren Ausführungen elektrischen Antrieb, und es entstand zunächst der Einspindelaufzug, der nur mit untenliegender Maschine möglich ist. Die in der Mittelachse angeordnete Spindel wurde durch das von einer Schneckenwelle angetriebene und mit Muttergewinde versehene Schneckenrad auf- und niedergeschraubt.

Gründe der Sicherheit und der Konstruktion einerseits, andererseits der Umstand, dafs die Ausschachtung für die nach unten verschwindende Spindel des Einspindelaufzuges häufig auf erhebliche Schwierigkeiten stiefs (Grundwasser, Bodenverhältnisse), führten schliefslich zur Ausbildung des Zweispindelaufzuges mit untenliegender Maschine.

Doch auch diese Anordnung genügte noch nicht, eine in jedem Falle durchaus einwandfrei arbeitende und betriebssichere Anlage zu schaffen: auf verschiedenen Bahnhöfen war Grundwasser. Die hierdurch hervorgerufene Feuchtigkeit in den tiefliegenden Maschinenschächten war von solchem Einflufs, insbesondere auf die Leitungen und elektrischen Apparate, dafs erhebliche Betriebsstörungen in unangenehmster Weise auftraten.

Diesem Übelstande entgeht der neue Zweispindelaufzug mit über der Fahrbahn liegender Maschine (Textabb.).

Der umsteuerbare Motor treibt mittels zweier elastischer Kupplungen, von denen eine als Bremsscheibe für die elektromagnetisch betätigte Bremse ausgebildet ist, je ein Schneckengetriebe, das in geschlossenem Gehäuse ständig in Öl läuft. Die Drehung der Schneckenräder wird auf die beiden kräftigen, zu beiden Seiten des Fahrkorbes angeordneten mehrgängigen Gewindespindeln übertragen, die einmal oben im Gehäuse, einmal unten in einem auf dem Fundament sitzenden Halslager und ferner in zwei weiteren Lagern sicher geführt werden. Zur Aufnahme des wechselnden Druckes sind die unteren Halslager mit einem doppelt wirkenden Spezial-Kugellager ausgerüstet. Die Spindeln sind dicht unterhalb der Gehäuse geteilt und durch Mitnehmer-Kupplungen elastisch verbunden. Diese Mafsnahme gestattet einerseits einen leichteren Zusammenbau des Aufzugs und bietet sodann den Vorteil, dafs die auftretenden Belastungsdrücke lediglich von den in den unteren

Digitized by Google

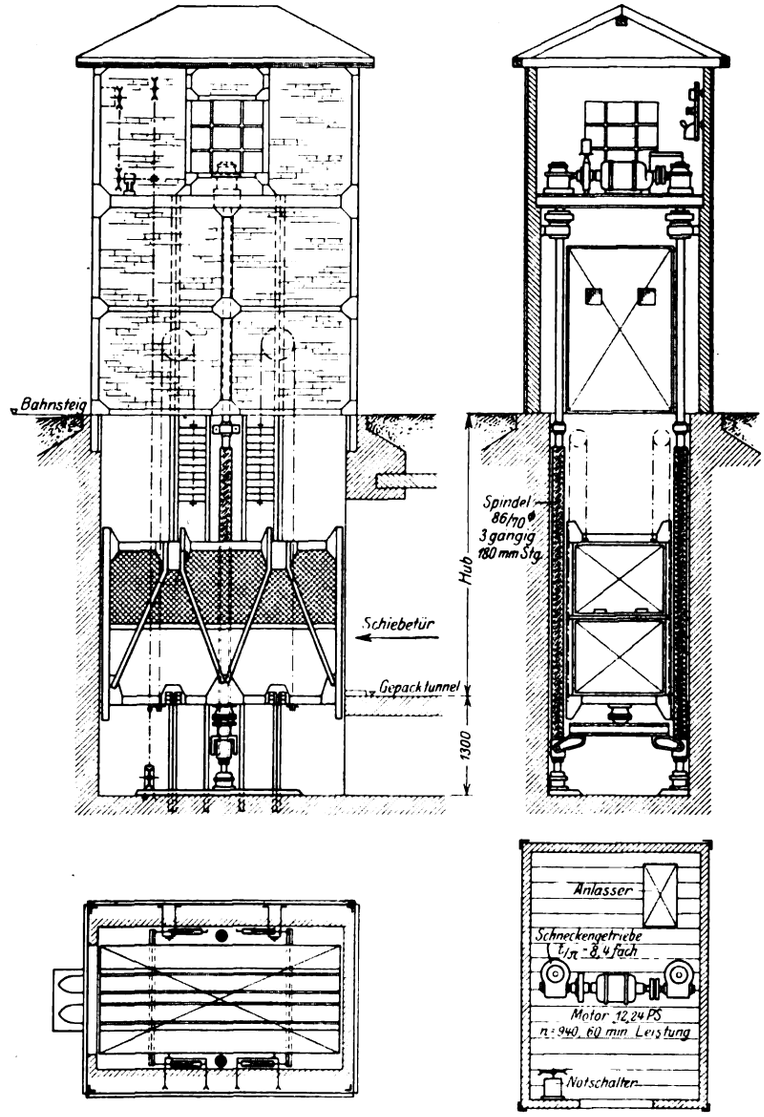
Halslagern sitzenden Kugellagern aufgenommen werden, während die Maschine und damit die obere Eisenkonstruktion vom Druck und Zug der Spindeln vollständig entlastet sind. Die Spindeln selbst arbeiten auf zwei gelenkig in einem Querstück gelagerte Stahlgufsarme mit eingesetzten Lagermuttern; auf dem Querstück sitzt ebenfalls durch einen Kugelkopf beweglich gelagert, der Fahrkorb, der durch vier kräftige Profileisen geführt wird. Vier symmetrisch zum Fahrkorb angeordnete Gegengewichte dienen zur Ausgleichung des Fahrkorbgewichtes und eines Teiles der Nutzlast. Gesteuert wird der Aufzug durch Druckknopfsteuerung und zwar mit nur einem Knopf für Auf- oder Abwärtsfahrt. Die Türen, in der Regel im Gepäcktunnel eine Schiebetür, auf dem Bahnsteig eine oder zwei Flügeltüren, sind mit mechanischer und elektrischer Verriegelung gesichert. Um den Aufzug sofort stillzusetzen, wenn die normalen Ausrückvorrichtungen einmal versagen sollten, ist eine Notausrückung vorgesehen, die in Kraft tritt, sobald der Fahrkorb die untere oder obere Haltestelle um ein bestimmtes Mafs überfahren hat.

Für die Bahnsteigaufzüge ist in der Regel eine Nutzlast von 1500 kg bei 0,35 m/Sek. Fördergeschwindigkeit vorgesehen. Unter Berücksichtigung dieser Zahlen beträgt der Kraftbedarf für den beschriebenen Zweispindelaufzug etwa 12 PS.

Der Zweispindelaufzug mit obenliegender Maschine überwindet verschiedene Nachteile der Anordnung mit untenliegender Maschine, schon die Ausschachtung für den Aufzug beansprucht geringeren Raum. Andererseits bedeutet die übersichtlich oben zusammengefafste Maschinenanlage mit den auch bei Tageslicht leicht zu übersehenden mechanischen und elektrischen Einrichtungen eine grofse Verbesserung bei der Instandhaltung der Aufzuganlage. Grundwasser in der Grube sowie Feuchtigkeit im Schacht sind auf die Betriebssicherheit der Anlage ohne Einflufs, da keinerlei elektrische Steuer- und Anlafsapparate der Feuchtigkeit ausgesetzt sind.

Im Bezirk der Reichsbahndirektion Hannover ist der neue Zweispindelaufzug auf den Bahnsteigen der Bahnhöfe Hildesheim und Langenhagen zur Ausführung gekommen. Auf Bahnhof Hildesheim sind an Stelle der früher nebeneinander liegenden beiden hydraulischen Aufzüge zwei in einem gemeinschaftlichen Hause zusammengebaute Aufzüge nach oben beschriebener Ausführung getreten, während dem Bahnhof Langenhagen vorläufig ein Bahnsteigaufzug mit oben angeordneter Maschinenanlage zur Verfügung steht.

Bei Neuanlagen, besonders bei Bahnhöfen, auf denen die Gepäckaufzuganlage nicht unter den Bahnsteighallen vorgesehen wird, dürfte der vorbeschriebenen Einrichtung unbedingt der Vorzug zu geben sein.



Zweispindel-Gepäckaufzug.
Tragkraft 1500 kg, Hubgeschwindigkeit 0,35 m/Sek.

Neuartiges Trichloräthylen-Wasch- und Entölungsverfahren für Eisenbahn-Fahrzeugteile.

Von Regierungsbaurat a. D. **H. Luther**, Berlin-Grunewald.

Die Umstellung auf eine wirtschaftlichere Betriebsform erstreckte sich im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Grunewald auch auf die bisher sehr kostspielige und unwirtschaftliche Reinigung der abgebauten öligen und verschmutzten Eisenbahn-Fahrzeugteile, welche vor ihrer Ausbesserung von anhaftendem Öl und Schmutz befreit werden müssen. Bisher erfolgte diese Reinigung wie allgemein üblich in Abkochbottichen, wo durch Sodalauge und Dampf die Entfettung und Entstaubung der Teile erfolgt und sowohl die Sodalauge als auch das von den Teilen gelöste Öl mit dem abgewaschenen Schmutz verloren gingen. Die von diesen Abkochanlagen verbrauchten grofsen Frischdampfmengen zwangen diejenigen Eisenbahn-Ausbesserungswerke, welche die wirtschaftliche Betriebsführung einführten, besonders die Ausbesserungswerke für elektrische Lokomotiven, wo das Bestreben zur Einschränkung des Dampfverbrauchs ganz besonders hervortritt, zu Verbesserungen durch Zusammenlegung der Abkochereien und Verwendung von Abdampf, wobei allerdings dessen niedriger Druck besondere Schleuderpumpen mit besonderer Düsenanordnung zur Umwälzung der Lauge als Ersatz für die strömende und wallende Wirkung des höher gespannten Frischdampfes erforderlich macht.

Da aber auch bei diesem bisherigen verbesserten Abkochverfahren durch den Verlust der Sodalauge und des gelösten Öles, sowie durch das hierbei stets erforderliche kostspielige

Digitized by Google

Nachputzen eine volle Wirtschaftlichkeit nie erreicht werden konnte und eine restlose Entfettung der Fahrzeugteile unmöglich war, wurden im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Grunewald zum Entölen und Waschen der Fahrzeugteile völlig neue Wege beschritten. Es wurde die in der Automobil- und Metallindustrie bisher schon öfters zum Abwaschen von Fettschichten benutzte Metallwaschanlage Bauart Heller-Christ versuchsweise aufgestellt. Die Fahrzeugteile werden in dieser Anlage mit dem unbrennbaren, nicht explosiven und gründlich entfettenden Lösungsmittel Trichloräthylen (kurz »Tri« genannt) gespült, worauf durch einfaches Abdestillieren mittels geschlossener Wasserdampfschlange das Lösungsmittel Tri wiedergewonnen wird, um zum nächsten Arbeitsgang erneut zur Verfügung zu stehen. Das von den Teilen gelöste Öl wird im wasserfreien Zustande ebenfalls zurückgewonnen. Die Teile verlassen gründlich entfettet im völlig trockenen Zustande diese Anlage. Das aus der Anlage wieder gewonnene wasserfreie Öl, welches noch 50 % Schmutzgehalt hat, wird einem Reinigungsverfahren unterzogen und kann wieder von neuem als Achslageröl verwandt werden.

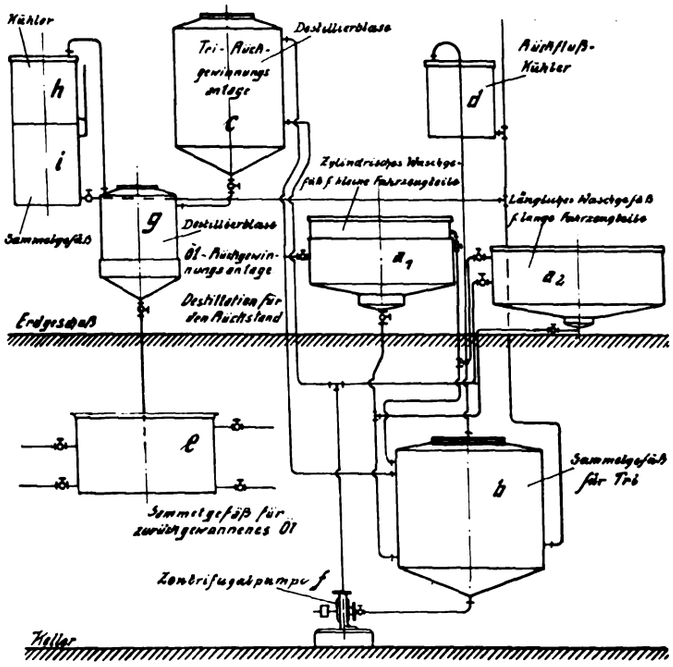


Abb. 1. Schematische Anordnung der Trichloräthylen-Wasch- und Entfettungsanlage für Eisenbahn-Fahrzeugteile.

Die Grunewalder Trichloräthylen-Wasch- und Entfettungsanlage wurde Anfang Juli 1924 zunächst in der von Heller-Christ gelieferten Bauform mit nur einem runden Waschgefäfs in Betrieb genommen. Ihre maschinelle Einrichtung besteht, wie aus Abb. 1 ersichtlich, aufser aus dem zylindrischen Waschgefäfs a 1 aus einem Sammel- oder Vorratsgefäfs b für Tri, welches aus Mangel an vorhandener Grundfläche im Keller tief angeordnet werden mufste, ferner aus einem Rückflufskühler d, aus einer hochstehenden Destillierblase c für die Tri-Rückgewinnung, aus einer Kreiselpumpe f, einem Destillierapparat, bestehend aus Destillierblase g, Kühler h und Sammelgefäfs i für die Ölrückgewinnung und schliefslich aus einem Sammelgefäfs e für zurückgewonnenes Öl und allen erforderlichen Rohrleitungen zwischen diesen Teilen nebst Armaturen. Um die bedienenden Leute den leicht narkotischen Einwirkungen der Tridämpfe zu entziehen, die Verluste an Tri bei seiner Verwendung auf ein Mindestmafs herunterzudrücken, also das Reinigungsverfahren möglichst wirtschaftlich zu gestalten, konnte nur diese geschlossene Anlage benutzt werden. Das Waschgefäfs ist daher mit dichtschliefsendem, verschraubbarem Deckel und doppelten Seitenwänden und Boden versehen, welche zum vollständigen Niederschlagen der Tri-Dämpfe mit Wasser kühlbar sind.

Für den Waschbetrieb wird das Tri im Sammelgefäfs b dauernd heifs gehalten. Etwa entstehende Dämpfe ziehen nach dem Rückflufskühler d und werden hier verflüssigt. Das Kondensat fliefst nach dem Sammelgefäfs b zurück. Die an den Ausbesserungsfahrzeugen in starken Drahtgeflechtkörben auf Förderwagen gesammelten öligen, schmutzigen Fahrzeugteile werden gleich im Waschkorb mittels Kranes in das Waschgefäfs a 1 eingesetzt, worauf dieses dann dicht geschlossen wird (Abb. 2). Mittels der Kreiselpumpe f wird darauf heifses Tri aus dem Sammelgefäfs b in das Waschgefäfs abgedrückt. Das Tri deckt und bespült die Metallteile und füllt das Waschgefäfs bis zu dem nach dem Sammelgefäfs b zurückführenden Überlauf. Um den festen Schmutz von den Fahrzeugteilen möglichst weitgehend zu entfernen, werden die drehbar angeordneten Waschkörbe im Tri-Bade von aufsen her bewegt Nach Abstellung der Pumpe f wird das Tri aus dem Waschgefäfs nach dem Sammelgefäfs b abgelassen. Im Waschgefäfs befinden sich jetzt Tridämpfe und heifse, mit Tri benetzte Fahrzeugteile. Um die Trireste von dem heifsen Waschgut wiederzugewinnen und die Tridämpfe niederzuschlagen, werden die Doppelwände des Waschgefäfses mit kaltem Wasser gefüllt.

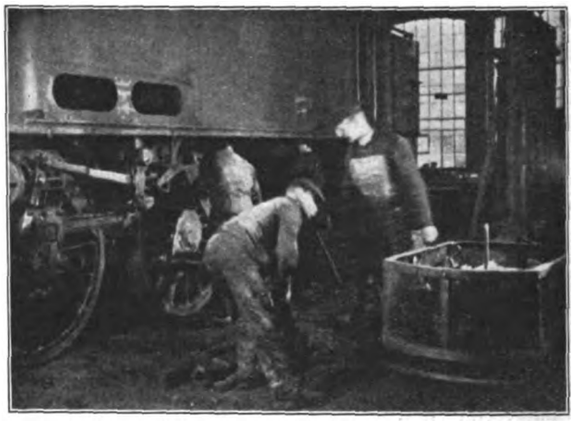


Abb. 2.

An der hierdurch geschaffenen Kühlfläche schlagen sich die Tridämpfe nieder, die heifsen Fahrzeugteile lassen die anhaftenden Trireste sich zu Dämpfen bilden, die auch wiedergewonnen werden. Das niedergeschlagene Tri sammelt sich im Waschgefäfsboden und fliefst nach dem Sammelgefäfs b ab. Nach völliger Kühlung wird der Einsatzkorb mit den noch warmen, aber vollkommen trockenen Metallteilen herausgehoben, worauf ein neuer Arbeitsgang folgt (Abb. 3). Die Anwärmung des Tris im Sammelgefäfs b erfolgt von der Destillierblase c aus, die zeitweise mittels der Kreiselpumpe f mit verunreinigtem, d. h. öligem Tri aus dem Sammelgefäfs b gefüllt wird. In der Destillierblase c findet eine Trennung des Tris von dem in ihm enthaltenen Öl bzw. Fett statt durch einfaches Abdestillieren mittels Wasserdampf von 1,5 at, der durch eine geschlossene Dampfschlange durch die Destillierblase geleitet wird. Das Tri verdampft und die heifsen Dämpfe gelangen nach einem Verteiler am Boden des Sammelgefäfses b und halten dessen Inhalt dauernd heifs. Die für die Destillation aufgewendete Wärme dient also während des Waschbetriebes gleich auch für die Beheizung des Sammelgefäfses b. Um die Anlage bei Betriebsbeginn schnell betriebsbereit zu haben, wird das Tri im Sammelgefäfs b durch eine besondere geschlossene Wasserdampfschlange auf die Waschtemperatur von 70° C gebracht. Das Öl verbleibt in der Destillierblase c. Der Inhalt des

Digitized by Google

Sammelgefäfses b wird dauernd im ölarmen Zustand dadurch erhalten, dafs häufig grofse Mengen öligen Tris nach der Destillierblase c gedrückt werden und Tri in ölfreiem Zustande nach dem Sammelgefäfs zurückgelangt. Die Rückstände in der Destillierblase c enthalten neben Öl und Schmutz noch gewisse Mengen an Tri, da sich letzteres durch die geschlossene Wasserdampfschlange nicht vollkommen abdestillieren läfst. Um auch dieses Tri restlos wiederzugewinnen und das Öl in wasser- und trifreiem Zustande zurückzuerhalten, werden die Rückstände aus der Destillierblase c nach der Destillierblase g abgelassen, welche mit geschlossener und offener Wasserdampfschlange versehen ist. Hier wird durch Einblasen von Wasserdampf das Tri restlos abdestilliert und im Sammelgefäfs i gespeichert, wo die Trennung des Tri vom Wasser erfolgt. Das Öl wird tri- und wasserfrei aus der Destillierblase g abgezapft in das Sammelgefäfs e für zurückgewonnenes Öl.

Nach Bewährung der ursprünglich gelieferten Anlage konnte diese um ein zweites rechteckiges, längliches Waschgefäfs a 2 erweitert werden, um auch die abgerüsteten langen Lokomotivteile, wie Treib- und Kuppelstangen, Kolben mit Kolbenstangen usw., reinigen zu können. Da in den Waschgefäfsen im wesentlichen nur eine Entfettung der Metallteile stattfindet, kommen diese, stets noch mit einer dünnen Staubschicht bedeckt, heraus, so dafs eine Nachreinigung noch erforderlich wird, wofür eine

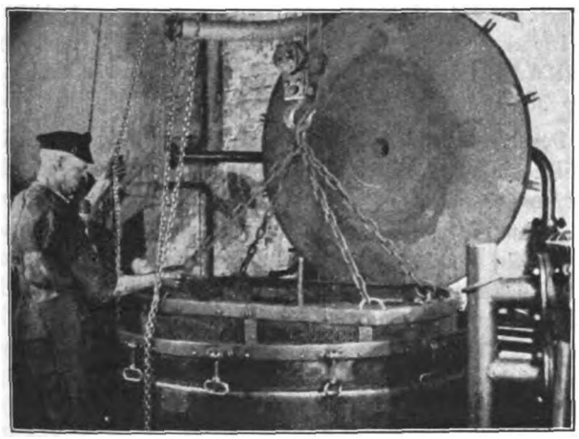


Abb. 3.

besondere Nachreinigungsanlage mit Staubabsaugung gebaut wurde. In dieser wurde durch elektrisch angetriebene Stahldrahtbürsten der Staub losgelöst und durch eine Absaugeanlage abgesaugt.

Gegenüber der bisher im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Grunewald benutzten Sodaabkochanlage mit einer mittleren Tagesleistung von rund 5000 kg Waschgut konnte in der neuen Trianlage mit ihren beiden Waschgefäfsen die mittlere Tagesleistung auf 10000 kg gesteigert, also verdoppelt werden, obwohl die Trianlage ursprünglich nur für eine Tagesleistung von 5000 kg vorgesehen war. Eine weitere Erhöhung der mittleren Tagesleistung bei der im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Grunewald vorhandenen Anlage ist begrenzt durch die nach Grunewalder Erfahrungen mindestens nötige Kühlzeit von $^1/_2$ Stunde für jeden Arbeitsgang, um eine gründliche Trocknung der Metallteile und eine möglichst weitgehende Rückgewinnung der Tridämpfe zu erreichen. Ebenso bilden die nach Grunewalder Erfahrungen je nach Stärke der Ölschicht erforderlichen Mindestentfettungszeiten von 10 bis 15 Minuten eine weitere Beschränkung zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der jetzigen Grunewalder Anlage. Bei ordnungsmäfsigem, wirtschaftlichem Betriebe beträgt mithin die Dauer eines Waschganges 45 Minuten.

Zur Ausnutzung dieser gröfseren Leistungsfähigkeit der Triwaschanlage und zu ihrer dauernden vollen Auslastung wurde ein wirtschaftlicher, fliefsender Fertigungsgang eingerichtet, aus Abrüsten an den Fahrzeugen, Zuführen der Teile, ihrem Waschen, Entstauben und ihrer Rückbeförderung bestehend (vergl. Abb. 2 und 3).

Die aus der Destillierblase g kommenden Rückstände bestehen aus etwa gleichen Teilen Öl und Schmutz. Die Rückstände fliefsen in das Sammelgefäfs e, auf dessen Boden sich die gröfste Menge des groben Schmutzes absetzt. Die oberen Ölschichten werden abgezogen und im angewärmten Zustande einer Schleuderpumpe besonderer Bauart zugeführt. Nach dem Schleudern in dieser Zentrifuge ist das zurückgewonnene Öl als Achsenöl wieder brauchbar, was Laufversuche auf dem Achslager-Prüfstand und physikalische Untersuchungen im Laboratorium ergeben haben. Die völlige Entstaubung des Öles war eine überaus schwierige Aufgabe, deren Lösung mit Unterstützung des Herrn Geh. Regierungsrat Professor Dr. Holde und der von diesem herangezogenen Zentrifugenfabrik Gebr. Heine, Viersen im Rheinland, gelang.

Das beim früheren Abkochen in Sodalauge anfallende Öl war stets mit Wasser stark emulgiert. Eine Trennung des Öles vom Wasser war praktisch nicht möglich. Das Extraktionsverfahren in der Anlage Heller-Christ ergibt ein vollkommen wasserfreies Öl, welches die Abscheidung des festen Schmutzes lohnt.

Bei dem früheren Abkochen in der fetten Sodalauge kamen die Metallteile stets noch mit einer dünnen Fett-Schlammschicht heraus, welche auch durch Abspritzen mittels Dampfstrahles nicht vollkommen entfernt werden konnte. Die viel gründlichere Entfettung in Trichloräthylen ergibt eine günstigere Bearbeitungsfläche, und somit eine Schonung der Werkzeugschneiden und einen besseren Grund für den Anstrich. Diese Vorteile können zahlenmäfsig genau nicht erfafst werden. Hingegen konnten die Ersparnisse an Löhnen genau belegt werden. Dieser Gewinnposten ist unter Punkt D der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit 18240 Lohnstunden enthalten.

Die übrigen zahlenmäfsig belegbaren Gewinnposten der Trianlage sind in nachstehender Wirtschaftlichkeitsberechnung zusammengestellt. Die aufgewendeten Betriebsstoffmengen sind hierfür durch genaue Messungen besonders ermittelt worden. In diesen Kostenzusammenstellungen sind die arbeitstäglichen Betriebskosten der Sodaabkochanlage und der Trichloräthylenanlage bei voller Auslastung dieser Anlagen gegenübergestellt.

A. Reinigungskosten in der Sodaabkochanlage bei einer Tagesleistung von 5250 kg Waschgut.

1. Lohnkosten:	
2 Mann zu 9 Std. = 18 Std. — 1 Std. zu 0,85 ℳ	15,30 ℳ
2. Werkstoffe:	
20 kg Soda + 8 v. H. Lagerkosten	2,60 »
3. Betriebsunkosten:	
Betriebsstoffe:	
7,8 t Dampf, 1,5 cbm Wasser, 2,25 kW Strom	33,77 »
Anteile an Gehältern, Versicherung, Fahrkarten, Kassenversicherung	4,60 »
Unterhaltung der maschinellen Anlagen, dazu Material	6,00 »
Unterhaltung der baulichen Anlagen	0,80 »
Reinigungskosten	3,00 »
Allgemeinkosten	4,32 »
4. Kapitaldienst:	
Anschaffungskosten der Anlage 9800 ℳ	
Abschreibung 5 % = 490 ℳ jährlich, mithin arbeitstäglich	1,63 »
Verzinsung 7 % = 686 ℳ jährlich, mithin arbeitstäglich	2,28 »
Gesamtkosten:	74,30 ℳ

für 5250 kg Waschgut, mithin für **1000 kg = 14,15 ℳ.**

Digitized by Google

B. Reinigungskosten in der Trichloräthylen-Wasch- und Entfettungsanlage bei einer Tagesleistung von 9750 kg Waschgut.

1. Lohnkosten:	
3 Mann zu 9 Std. = 27 Std. — 1 Std. zu 0,85 ℳ	22,95 ℳ
2. Werkstoffe:	
40 kg Tri + 8 v. H. Lagerkosten	25,92 »
3. Betriebsunkosten:	
Betriebsstoffe:	
2,8 t Dampf, 2 cbm Wasser, 12 kW Strom . .	13,58 »
Anteile an Gehältern, Versicherung, Fahrkarten, Kassenversicherung	6,90 »
Unterhaltung der maschinellen Anlagen, dazu Materialkosten	10,00 »
Unterhaltung der baulichen Anlagen	0,60 »
Reinigungskosten	4,10 »
Allgemeinkosten	6,48 »
4. Kapitaldienst:	
Anschaffungskosten der Trianlage mit der ersten Betriebsstoffüllung einschliefslich Ölreinigungsanlage und Ent- und Belüftungsanlage 45000 ℳ.	
Abschreibung 10 % = 4500 ℳ jährlich, mithin arbeitstäglich	15,00 »
Verzinsung 7 % = 3150 ℳ jährlich, mithin arbeitstäglich	10,50 »
Gesamtkosten:	116,03 ℳ

für 9750 kg Waschgut, mithin **für 1000 kg = 11,90 ℳ.**

C. Ersparnis durch die Rückgewinnung des Abfallöles.

1. Zurückgewonnene Ölmengen.
   Aus 1000 kg Waschgut werden rund 12 kg Abfallöl zurückgewonnen. Aus der täglichen Gesamt-Waschgutmenge von 10000 kg fallen mithin 120 kg Abfallöl an, so dafs der jährliche Anfall an Abfallöl 120 . 300 = **36000 kg** beträgt.
2. Reinigungskosten.

Reinigungskosten für 100 kg Abfallöl betragen	4,60 ℳ
» » 36000 » » »	1656,00 »

3. Ersparnis.

Beschaffungskosten für 36000 kg Neuöl betragen bei einem Neuölpreise von 26 Pf./kg 36000 0,26 ℳ = ...	9360,00 ℳ
Reinigungskosten für 36000 kg Abfallöl =	1656,00 »
Jährliche Ersparnis durch Rückgewinnung des Abfallöles = ...	7704,00 ℳ

D. Zusammenstellung der jährlichen Ersparnisse der Trichloräthylen-Wasch- und Entfettungsanlage gegenüber der Sodaabkochanlage.

Die Reinigungskosten betragen für 1000 kg Abkochgut in der Sodaabkochanlage	14,15 ℳ
die Reinigungskostenbetragen für 1000 kg Abkochgut in der Trianlage	11,90 »
mithin für 1000 kg Abkochgut Betriebskostenersparnis bei der Trianlage	2,25 ℳ
und bei einer täglichen Reinigung von 10000 kg Betriebskosten-Ersparnis je Tag,	22,50 »
oder bei 300 Arbeitstagen	6750,00 »
jährliche Betriebskosten-Esparnis.	
Durch die bessere Leistung der Trianlage wurden monatlich 1520 Handputzstunden und in einem Jahr 18240 Std. zu 0,85 ℳ pro Std., also jährlich an Löhnen	15504,00 ℳ
gespart.	
Hierzu 160 % Unkostenzuschlag = 15504 . 1,6	24806,00 »
Hierzu die ersparten jährlichen Betriebskosten .	6750,00 »
Jährliche Ersparnisse durch Rückgewinnung des gereinigten Abfallöles	7704,00 »
Jährliche Gesamtersparnis	54764,00 ℳ

Die Anlagekosten von 45000 ℳ für die Trichloräthylen-Metall-Waschanlage mit ihren Nebeneinrichtungen sind mithin in 10 Monaten herausgewirtschaftet.

Der vorstehenden Wirtschaftlichkeitsberechnung sind die räumlich und betrieblich ungünstigen Verhältnisse des Eisenbahn-Ausbesserungswerks Grunewald zugrunde gelegt, wo die beschränkte Grundfläche des Waschraumes es nötig machte, einige Teile der Anlage im Keller unterzubringen und wo für die Beschickung der Waschgefäfse der Einbau eines besonderen Laufkranes mit elektrischer Unterflanschkatze erforderlich wurde. In anderen Werken, wo man die Anlage räumlich günstiger aufstellen kann und zumeist vorhandene Förder- und Hebeeinrichtungen mitbenutzen kann, werden sich die Anlagekosten von 45000 ℳ um den Aufwand für die Förder- und Hebeeinrichtungen und besonderen baulichen Anlagen auf 27000 ℳ ermäfsigen, wodurch sich die Anlage bereits in sechs Monaten bezahlt macht.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Bahnbau in Guatemala.

Aus einem bei der A. E. G. gehaltenen Vortrag des Herrn Reichsbahnrats Culemeyer über den von der A. E. G. übernommenen Bau einer Bahn von San Filipe nach Quezaltenango in Guatemala (der 1. Staatsbahn des Landes) entnehmen wir folgende Mitteilungen: Die Anlagekosten mufsten, um einen wirtschaftlichen Erfolg sicher zu stellen, möglichst niedrig gehalten werden, auch wegen des Wettbewerbs mit Flugzeug und Automobil. Die steilen Hänge des Hochgebirgs konnten daher nur durch möglichst kurze Linienführung unter Inkaufnahme von Steigungen bis zu 9 % (1 : 11) auf 20 km Länge erklommen werden. Mangel an Kohlen und Öl führte zur Benützung elektrischer Energie, die unter Ausnützung eines Staubeckens aus einem Wasserkraftwerk von 14000 PS als Drehstrom von 50000 V geliefert und an der Gleisstrecke in Gleichstrom von 1500 V umgewandelt wird. Die starke Steigung zwang, die motorische Kraft über den ganzen Zug zu verteilen und Triebwagenzüge mit Antrieb jeder Achse einzurichten. Die Bahn stellt nach ihrer Vollendung die steilste mit Reibungsbetrieb arbeitende Rampenstrecke der Welt dar, so dafs sie wertvolle Erfahrungen hierüber liefern wird. Die klimatischen Verhältnisse sind allerdings günstig. In ihrem unteren Teil, vom Ausgangspunkt San Filipe ab (600 m), der Abzweigstation der schmalspurigen, zur Zeit schon vorhandenen International Railway, liegt sie in tropischer Landschaft, steigt aber bis zum Dorfe Santa Maria (1500 m) in die mäfsig warme Zone und gelangt nach Überquerung einer tiefen Schlucht im weiteren Verlauf auf ein Hochland von 2400 m Seehöhe.

Die sämtlichen Bauarbeiten der Bahn, die viele interessante und schwierige technische Objekte aufweist, einschliefslich des Kraftwerks und des Fahrzeugparks hat die A. E. G. übernommen.

Ue.

Digitized by Google

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Neues Verfahren zur Imprägnierung von Holz.

Im „Mellon Institute of Industrial Research" der Universität Pittsburg wurde ein neues Verfahren erfunden, um die Holztränkung mit Petroleum und Zinkchlorür in einem einzigen Arbeitsgang durchzuführen.

Aus Asphaltrückständen und destillierten, brennbaren Ölen wird eine Mischung hergestellt, die bei einer Temperatur von 82,2° C ein Gewicht von 45 bis 65° nach Saybold hat. Diese wird mit einer 10 bis 40%igen Zinkchlorürlösung im Verhältnis 100:15 bis 100:25 durchsetzt und unter hohem Druck (140 kg/cm²) bei einer Temperatur von 76,6° C durch eine feine Düse in den Tränkungskessel gepreſst. Die so erhaltene innige Mischung der beiden Tränkstoffe muſs während des ganzen Tränkvorgangs durch eine Zentrifugalpumpe dauernd in Wallung gehalten werden. Dadurch wird die feine Verteilung der beiden Tränkstoffe im getränkten Holz gewährleistet und verhütet, daſs das leicht wasserlösliche Zinkchlorür durch die äuſseren Witterungseinflüsse aus dem Holze ausgewaschen wird.

Nach den bisherigen Erfahrungen eignen sich mexikanisches schweres und leichtes Rohöl, californische Rohöle und Rohpetroleumrückstände zu diesem Verfahren.

Zur Tränkung von 1 Kubikfuſs Holz werden 4 kg Rohöl und ½ kg Zinkchlorür benötigt. Die Kosten des Verfahrens für 1 Kubikfuſs Holz betragen demnach

$ 0,04000 für Öl,
„ 0,03000 für Zinkchlorür,
„ 0,00175 für motorische Kraft, Tilgung und Gewinn.

Summe $ 0,07175 = 0,30135 ℳ, oder 10,643 ℳ für 1 m³.

Bulletin de l'Assoc. Intern. d. Ch. d. fer. Sch-a.

Reinigung der Gleisbettung durch Saugluft.

Um den Schotter, mit dem die Gleise verfüllt sind, zu säubern, bedient sich die Pennsylvania-Eisenbahn einer Vorrichtung, die dem Staubsauger nachgebildet ist. Auf einem Untergestell mit zwei zweiachsigen Drehgestellen ist ein groſser Behälter aufgebaut, in dem eine von einer Dampfturbine angetriebene Kreiselpumpe eine Luftverdünnung erzeugt. In diesen Behälter wird der Schotter und die Unreinigkeiten, mit denen er vermischt ist, eingesaugt; sie fliegen gegen ein schräg gestelltes Sieb, das die Unreinigkeiten durchläſst, während die Schottersteine vor dem Sieb niederfallen. In dem Raum hinter dem Sieb taucht ein Saugrohr ein, durch das die Unreinigkeiten in einen hinter dem Reinigungswagen laufenden Güterwagen befördert werden. Der Schotter sammelt sich am Boden des Behälters in kleinen Schüttrümpfen; aus diesen gelangt er, etwa 2 m von der Stelle entfernt, an der er aufgenommen worden ist, in gereinigtem Zustande wieder auf das Gleis. Der Wagen mit der Saugvorrichtung wird von einer Lokomotive gezogen, die ihn in drei Minuten um eine Schienenlänge von 10 m vorwärts bewegt. Die Tagesleistung beträgt bei zehnstündiger Arbeitszeit etwa 1 km.

Vom vorderen Ende des Behälters gehen drei ausziehbare, gelenkige Saugrohre aus, von denen je eins den Raum neben den Schienen, das dritte den Raum zwischen den Schienen bestreicht. Die beiden seitlichen Rohre können so weit ausgestreckt werden, daſs sie bis in die Mitte zwischen zwei Gleisen reichen.

Den Dampf zum Antrieb der Turbine für den Luftsauger liefert die Lokomotive, die die ganze Vorrichtung bedient. Ebenso wird die kleine Maschine zum Auswerfen des gereinigten Schotters mit Dampf versorgt. Ein 2 PS-Elektromotor, dessen Strom ebenfalls durch Dampf erzeugt wird, dient zum Einstellen der Saugrohre in die Arbeitsstellung. In dieser Stellung ist die Lokomotive mit dem Wagen durch ein etwa 4,5 m langes Kabel gekuppelt; bei eingezogenen Saugrohren sind Lokomotive und Wagen durch eine gewöhnliche Kuppelung verbunden. Das Kabel wird von der Lokomotive, die während der Arbeit stehen bleibt, aufgewunden, wodurch der Wagen vorwärts bewegt wird. Auſser den Saugrohren ist an dem Wagen noch eine Art Pflug mit stählernen Zähnen angebracht, der den Schotter auflockert und so das Absaugen vorbereitet und erleichtert.

Railway Age, Dez. 1925, 2. Halbj., Nr. 26. Wernekke.

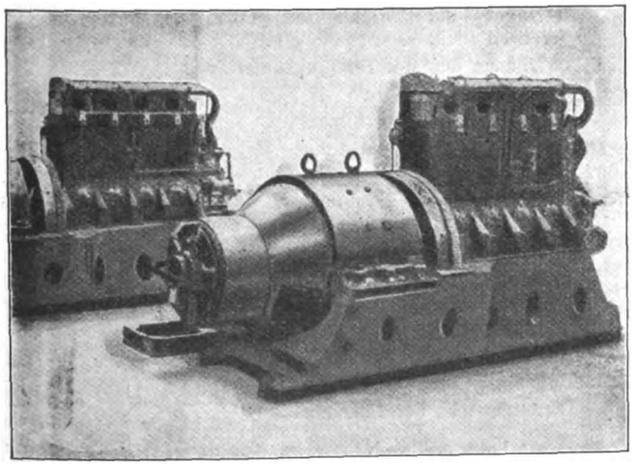
Lokomotiven und Wagen.

Neuer Motorwagen der kanadischen Nationalbahn.

Dieser Wagen ist an und für sich keine Neuheit, ist jedoch ein wichtiger Schritt weiter in der Entwicklung dieser Eisenbahnbetriebsmittel, so daſs er manches Neue und Bemerkenswerte bietet.

Schon seit einigen Jahren bestand bei der Canadian Central Railway die Absicht, geeignete Triebwagen in Dienst zu stellen aus den allen Eisenbahnfachmännern bekannten Erwägungen heraus, den Betrieb zu verbilligen. Nach eingehenden Studien kamen die Sachverständigen zu dem Schlusse, daſs mit Rücksicht auf die recht langen Strecken, welche die Triebwagen durchfahren sollten, die Diesel-elektrische Bauart die zweckentsprechendste sein würde und groſse Vorteile bringen könnte, obwohl das sehr beträchtliche Gewicht der bisher verwendeten Dieselmotoren nicht gerade ermutigend wirkte, Eisenbahnfahrzeuge mit derartigen Antriebsmaschinen auszurüsten. Die englische Firma W. Beardmore & Co., London, bot jedoch einen Dieselmotor an, der, eigentlich für Luftfahrzeuge bestimmt, den Eisenbahnbedürfnissen soweit angepaſst wurde und dabei ein derartig geringes Gewicht aufwies, daſs seine Verwendung erprobt werden sollte. Diese Dieselmotoren wurden demnach aus England bezogen, die elektrischen Maschinen von der Westinghouse-Gesellschaft geliefert und die Wagen dann in Kanada zusammengebaut.

Zunächst sind zwei Wagen gebaut, ein gröſserer für 126 Sitzplätze und ein kleinerer für 56, um als Vorversuche für eine gröſsere Bestellung zu dienen. Die Wagen wurden im September 1925 in Betrieb genommen, anscheinend mit recht gutem Erfolge.



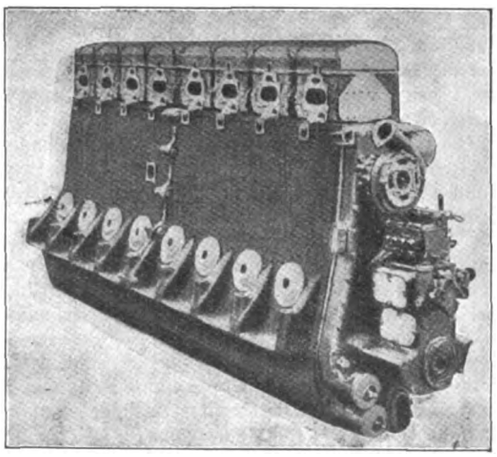


Abb. 1 und 2. Leichtgewichtsmotoren für Triebwagen.

Der gröſsere Wagen ist als Doppelwagen gebaut, hat eine Gesamtlänge von 31 m und ruht auf drei zweiachsigen Drehgestellen; das mittlere Gestell von besonderer Bauart trägt die einander zugekehrten Enden der beiden Wagenteile, die durch Faltenbälge miteinander verbunden sind. In dem einen Wagen ist der Maschinenraum eingerichtet, der etwa ⅓ der Wagenlänge einnimmt, während der übrigbleibende Teil ungefähr zu gleichen Teilen Gepäckraum und

Digitized by Google

Sitzplätze für Reisende enthält; die Anhängerhälfte ist ganz mit Sitzplätzen ausgerüstet. Der Doppelwagen, der ganz aus Stahl gebaut ist, wiegt insgesamt, einschliefslich maschineller Ausrüstung, 82 t. Der Dieselmotor, der das gröfste Interesse beansprucht, hat acht Zylinder, die im Viertakt arbeiten und bei 450 minutlichen Umdrehungen 340 PS leisten. Sein Gesamtgewicht beträgt nur 2400 kg, ist also nur ein Bruchteil des Gewichtes eines Dieselmotors üblicher Bauart. Erreicht wurde diese aufserordentliche Gewichtsverminderung durch Verwendung besonders ausgewählter Baustoffe. Zum Beispiel ist der Kurbelkasten aus Stahlguſs, die Einsatzzylinder sind aus geschmiedetem Stahl, die Zylinderköpfe aus Aluminiumguſs, die Kolben aus geschmiedetem Aluminium Die Kurbelwelle ist aus besonderer geschmiedeter Stahllegierung, aus gleichem Baustoff sind die Ventilsitze hergestellt. Das Gewicht des ganzen Maschinensatzes mit Grundrahmen, Schwungrad und Stromerzeuger erreicht nicht ganz 5 t. Der Zündungsdruck ist etwa 30 kg/cm². Im übrigen hat der Motor die übliche Wasserkühlung und Druckölschmierung. Die elektrische Ausrüstung entspricht im allgemeinen der bei Triebwagen üblichen. Der Stromerzeuger leistet etwa 200 kW bei 600 Volt Spannung und gibt seinen Strom an vier Bahnmoteren von je 100 PS Leistung. Eine Sammlerbatterie von 300 Volt Spannung liefert den Erregerstrom und dient im übrigen zum Ingangsetzen des Dieselmotors.

Auf der Wagrechten ist eine Höchstgeschwindigkeit von 96 km/h erreicht worden, an Brennstoff wurden bei den Probefahrten 0,7 l für ein Zugkilometer verbraucht; nach den Angaben der Erbauerin des Motors soll der Brennstoffverbrauch des Motors bei Vollast 0,195 kg, bei ³/₄ Last 0,190 kg für die Pferdekraftstunde betragen.

Der kleinere Wagen hat eine Länge von 18,5 m und ist mit zwei zweiachsigen Drehgestellen versehen. Er fafst aufser dem Maschinenraum ein Gepäckabteil und den Raum für die Reisenden, kann auch einen Anhänger mitnehmen. Der Motor dieses kleineren Wagens ist vierzylindrig, hat eine Leistung von 185 PS und macht 700 Umdrehungen in der Minute; sein Gewicht beläuft sich auf 1100 kg. Im übrigen ist die Wagenausrüstung entsprechend der des gröfseren.

Das wesentlich Neue ist, wie schon angedeutet, die aufserordentliche Verminderung des Gewichtes der maschinellen Ausrüstung, die es ermöglicht, unter Beibehaltung des Charakters eines Triebwagens in diese Fahrzeuge beträchtlich gröfsere Leistungen einzubauen als bisher üblich, so dafs sie auch auf Hauptbahnen mit Erfolg für gröfsere Entfernungen verwendet werden können. Zunächst müfste aber durch eine längere Betriebsdauer dargetan werden, dafs die gewählte Bauart auch den Anforderungen entspricht.

Railway Age, Okt. 25. Ha.

Betätigung der Wagentüren mit Druckluft.

Die zum Ein- und Aussteigen auf den Stationen erforderliche Zeit beeinflufst vor allem im Stadt- und Vorortverkehr die Gesamtfahrzeit ganz merklich. Werden die Wagentüren mechanisch bedient, so wird damit den Fahrgästen eine bestimmte Zeit zum Ein- und Aussteigen zugemessen und die Aufenthalte lassen sich verkürzen.

Die Quelle macht Angaben über eine solche mechanische Türbedienung mittels Druckluft, die von der Firma G. D. Peters & Co. entworfen und auf der britischen Reichsausstellung in Wembley gezeigt worden ist. Die Bauart soll sich für Schiebtüren und Drehtüren eignen. Die Ausführung von Schiebtüren scheint allerdings einfacher; sie dürfte bei Stadt- und Vorortbahnen auch die Regel bilden. Die erforderliche Druckluft wird aus der Bremsleitung entnommen; bei Bahnen mit Saugebremse wird eine besondere Druckluft-Leitung sowie entsprechende Ausrüstung der Lokomotive bzw. des Triebwagens erforderlich. Die Steuerung der einzelnen Apparate geschieht elektrisch; die ganze Vorrichtung eignet sich daher besonders auch für elektrische Bahnen. Die wichtigsten Eigenschaften der Einrichtung fafst die Quelle wie folgt zusammen:

1. Alle Türen auf einer oder beiden Seiten eines einzelnen Wagens oder eines ganzen Zuges können durch einen einzelnen Handgriff des mit der Bedienung betrauten Bediensteten (Zug- oder Lokomotivführer) geöffnet oder geschlossen werden.

2. Einzelne Türen können erforderlichenfalls beliebig ausgeschaltet und dann von Hand geöffnet werden; die Möglichkeit zum gemeinsamen Schliefsen bleibt dabei dem Bedienungsmann gewahrt.

3. Jede Tür läfst sich auch einzeln vom Innern des Wagens aus mittels Druckluft öffnen und schliefsen und alle Türen jedes Wagens zusammen lassen sich mit Rücksicht auf etwaige Unglücksfälle und den Dienst auf den Abstellbahnhöfen auch von aufsen her betätigen (beides jedenfalls nur mit besonderem Schlüssel).

4. Solange der Zug fährt, sind alle Türen verriegelt, beim Halten werden sie selbsttätig aufgeriegelt.

5. Bei Zusammenstöfsen oder Entgleisungen wird der ganze Zug sofort entriegelt, sobald die Kupplung reifst. Die Druckluft entweicht dann und die Türen können von Hand geöffnet werden.

6. Der Lokomotiv- oder Triebwagenführer erhält das Zeichen zur Abfahrt durch ein Klingelzeichen von dem Bedienungsmann der Türen oder aber selbsttätig nach Schlufs sämtlicher Wagentüren.

7. Um die Fahrgäste vor Schaden durch Einklemmen zu bewahren, schliefsen die Türen im letzten Wegteil nur langsam. Die Stofsflächen sind mit Gummi gepolstert.

The Railw. Eng. 1926, Febr. R. D.

2 C 1 und 2 D 1-h 2 Personenzug-Lokomotiven der Südafrikanischen Eisenbahnen.

Die von Baldwin gebauten Lokomotiven sind zur Beförderung von 400 t schweren Personenzügen auf der Strecke von Kapstadt nach Johannesburg bestimmt. Diese Strecke wird z. Zt. in etwas über 29 Stunden zurückgelegt; die neuen Lokomotiven, die eine für das leichtere, die andere für schwieriges Gelände mit Steigungen bis zu 25‰, haben diese Fahrzeit bei den Probefahrten um mehr als zwei Stunden verkürzt. Die Entfernung beträgt 1540 km, die durchschnittliche Geschwindigkeit also rund 57 km/h.

Beide Lokomotiven, für Kapspur gebaut, sind ungewöhnlich schwer. Der gröfste Achsdruck beträgt 18 t. Grofser Wert ist auf das Äufsere gelegt. Im allgemeinen Aufbau ähnlich, in vielen Einzelheiten völlig gleich, vereinigen die Lokomotiven die Formenschönheit der englischen mit der Wucht der amerikanischen Bauart. Die Hauptabmessungen sind für beide Lokomotiven im folgenden zusammengestellt:

	2 C 1-Lokomotive	2 D 1-Lokomotive	
Kesselüberdruck p	13,7	14,1	at
Zylinderdurchmesser d	559	584	mm
Kolbenhub h	660	711	„
Kesseldurchmesser	1829	1930	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2540	2591	„
Heizfläche der Feuerbüchse mit Tragrohren	15,2 + 2,0	14,5 + 2,1	m²
Heizfläche der Verbrennungskammer	—	4,2	„
„ „ Rohre	231,1	237,2	„
„ des Überhitzers	57,6	65,1	„
„ — im Ganzen — H	308,9	323,1	„
Rostfläche R	4,2	4,48	„
Durchmesser der Treibräder D	1524	1448	mm
„ „ Laufräder vorn	762	762	„
„ „ „ hinten	838	838	„
Fester Achsstand	3353	4801	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	9347	10871	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	18320	19844	„
Reibungsgewicht G_1	53,0	70,75	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	86,0	101,5	„
„ des Tenders	65,5	65,5	„
Vorrat an Wasser	27,2	27,2	m³
„ „ Brennstoff	12,0	12,0	t
H : R	73,5	72	
H : G	3,6	3,18	
H : G_1	5,8	4,57	

Railw. Age 1925, Oktober. R. D.

Buchbesprechungen.

Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, 1. Band. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1925. Preis in Leinen geb. 13,20 RM. Die 25. Auflage! Also ein festlicher Anlafs, zu dem man den Akademischen Verein Hütte wie den Verlag nur beglückwünschen kann. Es wäre müfsig, der „Hütte“ gegenüber auch nur ein Wort des Lobes, der Anerkennung, der Empfehlung auszusprechen, zählt

Digitized by Google

sie doch längst zu den unentbehrlichen Hilfsmitteln des gestaltenden Ingenieurs. Das für die „Hütte“ selbstverständliche Bekenntnis zum Fortschritt ist in der neuen Auflage wieder glänzend in die Tat umgesetzt. Jede neue Lehre ist berücksichtigt. So findet sich, um nur wenige Beispiele herauszugreifen, eine zusammenhängende Darstellung der Monographie sowie der „Mechanik bildsamer Körper“. Als neuer Abschnitt erscheint auch die „Technische Physik“, vorläufig in Einzeldarstellungen; es läfst sich aber leicht vorhersehen, dafs die ausgewählten Kapitel sich bald zu einer umfassenden, systematischen Behandlung schliefsen werden. Die Neubearbeitung hat sich grundlegend auch auf den ganzen Aufbau des Werkes erstreckt: Die „Hütte“ wird künftig in 4 Bänden erscheinen, wobei der 4. Band der „Verkehrstechnik“ gewidmet sein wird. Dr. Bl.

Der Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittel-Gesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn bringt zwei höchst beachtenswerte Neuerscheinungen heraus, auf die in folgendem nachdrücklich hingewiesen werden soll:

1. **Eisenbahnbetriebslehre.** Ein Handbuch für Studierende und Lehrer des Eisenbahnwesens, unter Mitwirkung von Reichsbahnrat Manker bearbeitet von Dr. Ing. Heinrich, Präsident der Reichsbahndirektion Halle (Saale), mit 14 Textabbildungen und neun Anlagen.

Das Handbuch ist aus Vorträgen entstanden, die der Verfasser über „Einführung in die Eisenbahnbetriebswissenschaft“ in den Wintersemestern 1921/22 und 1923/24 an der Verwaltungsakademie Berlin gehalten hat. Es ist vor allem für die Eisenbahnbeamten bestimmt, die als Dienststellenvorsteher den Nachwuchs besonders für die mittleren Stellen des äufseren Betriebsdienstes auszubilden oder als Amtsvorstände und Direktionsmitglieder diese Ausbildung zu überwachen haben. Die meisten Stellen hatten bisher für diese Lehrzwecke nur die früheren Ausarbeitungen der Eisenbahnverwaltungen über die Dienstverrichtungen und die Dienstvorschriften zur Hand, hier aber wird, wie der Verfasser treffend in seiner Einleitung bemerkt, „das kalte, nüchterne Gerippe der Vorschriften mit dem belebenden Fleisch der wissenschaftlichen Begründungen und praktischen Erfahrungen umkleidet“. Das Buch erhebt also Anspruch, ein lebendiger Organismus zu sein. Ursachen und Mafsnahmen der Vorschriften sollen im Zusammenhang erläutert werden, eingestreute geschichtliche Erinnerungen bringen interessante und lehrreiche Beispiele. Die verschiedenen kritischen Bemerkungen über bestehende Vorschriften geben wertvolle Anregungen. Weiter will das Buch in der Hand des Lernenden ein Vorbereitungsmittel für die Prüfungen, ein Wegweiser für die Praxis sein. Endlich wendet sich das Handbuch auch an die höheren Beamten in leitenden Stellen, da es auch auszugsweise die Ergebnisse der ersten zusammenhängenden Arbeiten über „Inhalt, Grenzen und Ziele der Eisenbahnbetriebswissenschaft“, die „Betriebsschwierigkeiten“ und die „Betriebsleitung“ enthält. Die noch zu lösenden Fragen, wie die betriebliche Erforschung des Wagenumlaufes, der Leitungsvorschriften, der günstigsten Güterzugsgeschwindigkeit, der Betriebskosten im einzelnen, der Zusammenhänge zwischen baulichen und maschinellen Anlagen und dem betrieblichen Nutzeffekt werden in textlichen Andeutungen oder in Fufsnoten berührt, so dafs auch eine Fülle äufserst wertvoller und wichtiger Anregungen für künftige Forschung geboten wird.

Der Verfasser stellte sich sehr hohe Ziele, indem er zugleich ein Lehr- und Lernbuch sowie ein Nachschlagebuch für den Praktiker des Betriebs schreiben wollte. Diese Aufgabe hat er in geradezu vorbildlicher Weise gelöst. Das klare Durchdenken des gesamten Stoffes zeigt sich in der Gliederung der Inhaltsübersicht, die in mustergültiger Klarheit in Kapiteln, Abschnitten und Paragraphen das gewaltige Gebiet der neuzeitlichen Betriebswissenschaft in knappster Form umfafst. Aus dem verwirrenden Vielerlei der Dienstvorschriften ist hier, möglichst nach den Tätigkeiten der einzelnen Beamtenklassen, wie Pflichten des Rangierleiters, des Lokomotivführers, des Bahnwärters usw. ein lebendiger Wegweiser geschaffen, der in kürzester Zeit allen Dienststellen des Eisenbahnbetriebes unentbehrlich sein wird. Der Gebrauch der Dienstvorschriften soll dabei nicht etwa ausgeschaltet werden, sondern ihre Durchdringung mufs wie bisher die Grundlage aller Ausbildung bleiben. Das Handbuch ist in erster Linie für die Angehörigen der deutschen Eisenbahnen bestimmt, bei verschiedenen Einrichtungen wird denen des gröfsten Netzes (Preufsen) der Vorrang gegeben, doch sind auch Bayern und Sachsen als nächstgrofse Netze berücksichtigt, so dafs der Heinrichsche Leitfaden im gesamten Gebiet der Deutschen Reichsbahn verwendet werden kann. Die Sprache des Buches ist mit Absicht einfach gehalten, so dafs selbst der unterste Beamte jeden Satz sofort verstehen kann.

Allen Dienststellen und allen Beamten der Reichseisenbahn sei das hervorragende Werk Heinrichs auf dringlichste empfohlen; der umfassende, auf eindringlichster Kenntnis des gesamten modernen Eisenbahnbetriebes beruhende Inhalt und nicht zuletzt die ungemein lebendige und ansprechende Form der Darstellung sichern dem Werke den vollen Erfolg der Unentbehrlichkeit, den es verdient.

2. **Eisenbahnbetriebshandbuch.** Wortlaut und Erläuterung der Vorschriften über den Fahrdienst bei den deutschen Eisenbahnen von Karl Breusing, wirkl. Geheimer Oberbaurat, vormals Ministerialdirektor im Reichsverkehrsministerium. Berlin 1925. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 394 Seiten, in Ganzleinen gebunden 10,— ℳ.

Das Handbuch Breusings ist eine Fortsetzung und Neuauflage der 1910 und 1912 in zwei Bänden für die ehemals Preufsisch-hessischen Staatsbahnen herausgegebenen „Sammlung betrieblicher Vorschriften“, die seinerzeit als Manuskript für den Dienstgebrauch gedruckt wurden und heute vergriffen sind. Dieses Werk hat seinerzeit auch in den Verwaltungen der damaligen Bundesbahnen und sogar im Auslande Verbreitung gefunden, der geringen Auflage wegen konnten aber viele Bestellungen nicht ausgeführt werden.

Der Zweck der Sammlung war, den leitenden und beaufsichtigenden Betriebsbeamten sowie den die Ausbildung des Nachwuchses leitenden Beamten eine Übersicht der Bestimmungen ihres Arbeitsgebietes zu geben. Dementsprechend umfafste der Inhalt die wichtigeren Erlasse über die Ausübung, Beaufsichtigung und Weiterbildung des Betriebsdienstes. Die vorliegende Neuauflage bietet statt der blofsen Zusammenstellung der Vorschriften eine systematische Aneinanderreihung aller den Betrieb der Deutschen Reichsbahn betreffenden Fragen auf der Grundlage der neuesten Erfahrungen.

Während der erste Abschnitt kurz das Gebiet der Überwachung und Leitung des Eisenbahnbetriebes durch die Direktionen und Ämter umfafst, werden in den beiden nächsten Abschnitten eingehend die Bestimmungen über den Personenzug- und Güterzugfahrplan behandelt.

Eine wesentliche und überaus wertvolle Bereicherung hat das Werk aber durch die Aufnahme der Fahrdienstvorschriften im Abschnitt D des Buches gefunden. Hierbei sind die bei den einzelnen Paragraphen und Absätzen der Fahrdienstvorschriften angefügten Fufsnoten von besonderer Wichtigkeit. Sie enthalten in knapper Form Erläuterungen und Zusätze, die bei den eingehenden Besprechungen im Fahrdienstausschufs von Fachleuten ersten Ranges angeregt wurden. Durch diese Beigabe sind die Fahrdienst-Vorschriften belebend ausgestaltet, wird das Verständnis für die einzelnen Bestimmungen erleichtert, was namentlich für den im Aufsendienst stehenden Betriebsbeamten, dem die inneren Zusammenhänge der einzelnen Vorschriften nicht immer klar sind, von gröfstem Werte ist. Mit der Herausgabe des Buches ist endlich einem fühlbaren Mangel abgeholfen worden, der namentlich bei den Beamten des Aufsendienstes vielfach empfunden worden ist. Das Studium der Fahrdienstvorschriften wird an der Hand des Buches erleichtert, wodurch eine bessere Beherrschung der Vorschriften beim einzelnen Beamten erreicht und damit als weitere Folge eine gröfsere Sicherheit des Eisenbahnbetriebes, die ja allen sonstigen Anforderungen voranzugehen hat, erzielt wird.

Auch hier handelt es sich um ein Buch nicht nur für den praktischen Betrieb, sondern auch für Lehrende und Lernende, das sich als eine Leistung von gröfstem Wert für alle Beamtengruppen der Reichsbahn darstellt und das auf den Diensttisch jedes Eisenbahners gehört von den höchsten bis zu den untersten Stellen. Der Verfasser hat sich durch sein Betriebshandbuch gröfste Verdienste um das Betriebswesen der Reichsbahn erworben, keine Dienststelle wird das Buch entbehren können.

Der Verlag hat beiden Werken äufserlich die gleiche gefällige und praktische Form gegeben; das ist als besonders verdienstvoll zu betonen; denn nichts ist dem Gebrauch von „Hand“-Büchern hinderlicher als im Format unpraktische oder verschieden grofse Bücher. Die äufsere Ausstattung des Buches, solider Einband in rostbraunem Leinen mit Golddruck ist geschmackvoll und von vornehmer Einfachheit, das Format handlich, der Druck auch der angefügten Tafeln gut und klar.

Wetzlich, Reichsbahnrat.

Digitized by Google

Schwindspannungen in Trägern aus Eisenbeton. Ein Beitrag zu ihrer Theorie samt Ableitung von Gebrauchsformeln auf Grund neuerer Versuche von Ingenieur Leopold Herzka, Hofrat, Vorstand der Fachgruppe für Brückenbau der österreichischen Bundesbahn-Direktion Wien-Nord-Ost. Leipzig 1925. Verlag von Alfred Kröner.

Das Bestreben, die Schwindspannungen rechnerisch zu erfassen, reicht bis in die Kindheit des Eisenbetonbaues zurück. Saliger und Haberkalt stellten schon vor 20 Jahren Rechnungsverfahren auf, die dem Wesen nach noch heute gelten. Im vorliegenden Buche wird der Nachweis erbracht, dafs die tatsächlich im Verbund auftretenden Schwindspannungen durch die bisherige Theorie nicht richtig errechnet werden können, dafs sich aber andrerseits für sie Beträge ergeben, die nicht vernachlässigt werden dürfen, aufser wenn es sich um reine Druckglieder handelt. Der Verfasser kommt zu diesem Ergebnis durch äufserst tiefgründige Untersuchungen:

Nach einem Überblick über das Wesen der Schwindspannungen, die als Erkrankung des Verbundes angesprochen werden, und über die vorbeugenden Mafsnahmen zu ihrer Milderung werden Näherungsformeln für diese Spannungen im achsbewehrten Rundstab abgeleitet, die ihren Ausgangspunkt in den durch das Schwinden längs der Stabachse geweckten Haftspannungen haben. Die Haftgröfse wird mittels einer von Feret aus den Bachschen Versuchen gefolgerten Formel bestimmt. Mit diesen Ergebnissen werden die Grafschen Versuche an achsbewehrten Rundstäben ausgewertet und dabei wichtige Gesetze über die Spannungsverteilung, die Lage des gefährlichsten Querschnittes und die anzunehmende Gröfse des Verhältnisses der Formänderungsziffern von Eisen und Beton gewonnen. Anschliefsend werden Gebrauchsformeln zur Berechnung der Schwindspannungen in einfach und doppelt bewehrten Querschnitten entwickelt. Zur Anpassung dieser Formeln an die Schwindversuche von Schüle und Kirsch benutzt der Verfasser aus den Versuchsergebnissen abgeleitete Übertragungswerte, die die Fehler der vorausgesetzten Annahmen — Zutreffen der Navierschen Hypothese und des Hookeschen Gesetzes — ausgleichen sollen. Durch mehrere Zahlenbeispiele wird die Anwendung der Formeln erläutert.

Das Buch ist ein ausgezeichneter Beitrag zur Klärung des durch Versuche nur wenig erschlossenen Schwindvorganges.

Schönberg.

Der Verein Deutscher Maschinenbauanstalten und seine Mitglieder (V. D. M. A.-Adrefsbuch). V. D. I.-Verlag, Berlin SW 19, Beuthstr. 5. Preis 25 ℳ.

Der umfangreiche, stattliche Band ist eine von der Spitzenorganisation der deutschen Maschinenindustrie unternommene Zusammenstellung der Adressen der im V. D. M. A.-Verband zusammengeschlossenen deutschen Maschinenbauanstalten und gibt in übersichtlicher Weise und unter Beigabe zahlreichen Bildmaterials Aufschlufs über ihre Erzeugnisse auf den verschiedenartigsten Gebieten. Für den Käufer deutscher Maschinen im In- und besonders im Auslande bildet er einen wertvollen praktischen Wegweiser.

Das Deutsche Patentrecht. Ein Handbuch für Praxis und Studium. Vom Geh. Reg.-Rat, ehem. Direktor im Reichspatentamt Dr. F. Damme und Geh. Reg.-Rat, Direktor im Reichspatentamt R. Lutter. Dritte, völlig neubearbeitete Auflage. 706 Seiten Grofsoktav. 1925. Verlag von Otto Liebmann, Berlin W 57, Potzdamer Str. 96. 26 ℳ, eleg. geb. 28 ℳ. Vorzugspreis für Bezieher der Deutschen Juristen-Zeitung 22 ℳ, eleg. geb. 24 ℳ.

Das seit langen Jahren wohlbekannte Dammesche Handbuch des Patentrechts wurde in dieser dritten, gänzlich neubearbeiteten Auflage, die ein ganz neues Werk darstellt, von allen obsolet oder unpraktisch gewordenen Rechtsstoffen befreit und ergänzt durch alles, was heute der Praktiker zur Hand nehmen mufs, um seinen Beruf gewissenhaft ausüben zu können. Dabei wurde festgestellt, welche durch die Kriegsmafsnahmen hervorgerufenen Bestimmungen zu dauernden geworden sind, und inwieweit die durch den Versailler Vertrag dem Deutschen Reiche auferlegten Verpflichtungen Einflufs auf das Sondergebiet des Patentwesens gehabt haben, wie überhaupt alle Neuerungen in Gesetzgebung und Rechtsprechung voll berücksichtigt wurden. Im Anhang sind die deutschen Gesetze und Verordnungen abgedruckt, ebenso die einschlagenden internationalen Verträge und Abkommen.

„Das selbsttätige Kuppeln von Eisenbahnwagen". Von Dr. Ing. Paul Paap. Dieses Buch ist als zweiter Band der Verkehrstechnischen Bücherei (Verlagsbuchhandlung von Bruno Volger in Leipzig, Dorotheenplatz 3) erschienen. Preis 10.— ℳ bei postfreier Zusendung.

Im ersten Abschnitt des Buches wird die soziale und wirtschaftliche Bedeutung der Aufgabe: eine selbsttätige Kupplung für Eisenbahnwagen zu schaffen, behandelt. Der zweite Abschnitt enthält eine kurze Beschreibung der bekannten Bauarten der selbsttätigen Kupplungen, der dritte Abschnitt eine kritische Betrachtung der Wege, die zur Lösung der Aufgabe bisher eingeschlagen worden sind. Besonders gründlich und vielseitig sind im vierten Abschnitt die technischen Einzelheiten der verschiedenen Bauarten der selbsttätigen Kupplungen behandelt. Im fünften Abschnitt kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, dafs die Scharfenbergkupplung von allen selbsttätigen Kupplungen die beste Lösung darstellt und in jeder Hinsicht betriebsfähig ist. Der sechste Abschnitt bringt eine Betrachtung über den Weg zur endgültigen Lösung der Aufgabe. Schliefslich wird das Buch noch durch einen Anhang ergänzt, in welchem über die Versuchsbetriebe mit der Scharfenbergkupplung berichtet wird, die in den Jahren 1923 und 1924 stattfanden.

Das Studium dieses Werkes, das von der Technischen Hochschule Hannover als Doktordissertation genehmigt worden ist, ist jedem Eisenbahnfachmann zu empfehlen.

Sorger.

Einflufs der Fliehkräfte auf Eisenbahnbrücken. Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. O. Kommerell und Bruno Schulz, Berlin 1925, Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn. Preis geheftet 2,10 ℳ.

Dieses Heft, eine neue erweiterte Auflage des im Zentralblatt der Bauverwaltung vom 18. Februar 1922 erschienenen Aufsatzes über den Einflufs der Fliehkräfte, kann als Anlage zu den bei der Reichsbahn-Gesellschaft gültigen Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken vom 25. Februar 1925 angesehen werden.

In übersichtlicher und erschöpfender Weise werden Formeln für die in Krümmungen liegenden Eisenbahnbrücken entwickelt. Diese dienen einerseits zur Ermittlung der von der Verkehrslast und der Fliehkraft herrührenden Biegungsmomente und Querkräfte beider Hauptträger, anderseits zur Ermittlung des Einflusses der Fliehkraft auf den der Fahrbahn benachbarten wagrechten Windverband und zwar für jeden beliebigen Querschnitt der Brücke. Im Zusammenhange mit den aus den Berechnungsgrundlagen zu entnehmenden Momenten und Querkräften für das gerade Gleis können diese Kraftwirkungen bei gekrümmter Gleislage in einfachster Weise ermittelt werden.

In dem 5. Teile, dem Anhange, wird die ungünstigste Laststellung einer Fachwerkdeckbrücke untersucht, bei der die Obergurte gleichzeitig als Gurte des oberen Windverbandes dienen.

Bei der Entwicklung der Formeln ist allerdings angenommen worden, dafs die Brücke nur einen Verband besitzt, der die gesamte Fliehkraft aufnimmt. Man wird also nicht fehl gehen in der Annahme, dafs nur an neue Brücken gedacht ist, die klar und einwandfrei durchgebildet sind. Diese Schrift wird also allen Konstrukteuren beim Entwerfen neuer Brücken wesentliche Dienste leisten können.

Reichsbahnrat Lehmann, Dresden.

Ferner ging der Schriftleitung zu: **Karig, Die Eisenbahn-Elbbrücke in Meifsen.** Verlag von Julius Springer, Berlin.

Berichtigung.

Wie uns mitgeteilt wird, ist der in Heft 5, Seite 90/91 beschriebene zweiachsige Öltriebwagen von der Gothaer Waggonfabrik A. G., nicht von ihrer Zweigniederlassung, den Bayerischen Waggon- und Flugzeugwerken Fürth i. B., gebaut worden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat [illegible]
Druck [illegible] Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
[illegible] m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. Mai 1926 Heft 10

Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch das Walzverfahren.

Von Reichsbahnrat Faatz, Ansbach.

Hierzu Tafel 14.

Die Gegenüberstellung mehrerer Versuchsstrecken auf der Linie Würzburg—Treuchtlingen (km 80,698 bis 82,793), bei denen das Walzverfahren und das Stampfen im Wechsel angewendet wurde, ergab aufschlufsreiche Vergleiche, über die im folgenden berichtet wird.

Örtliche Verhältnisse.

Der Umbau wurde zwischen den Stationen Burgbernheim—Steinach auf Gleis Würzburg—Treuchtlingen bei dauernd eingleisigem Betriebe in der Zeit vom 12. Oktober bis 25. November 1925 durchgeführt. Schwierigkeiten in betrieblicher Hinsicht haben sich nicht ergeben, da in der nur 3 km von Steinach entfernten Station Burgbernheim eine Weiche eingebaut wurde. Gewählt wurde diese Strecke wegen ihrer schwierigen Verhältnisse in der Annahme, dafs, wenn sich hier die Walze bewährt, dies in anderen Strecken mit günstigeren Verhältnissen um so mehr der Fall sein wird. In unserem Falle handelte es sich nicht in erster Linie darum, den Umbau möglichst rasch zu beenden, sondern möglichst zahlreiche Erfahrungen zu sammeln.

Die Strecke liegt in einer Steigung 1 : 100; es wechseln fortwährend Einschnitte mit Dämmen und Krümmungen mit Gegenkrümmungen bis zu einem Halbmesser von 584 m herab. Auch die Bodenverhältnisse waren verschieden. Keuperletten wechselte mit Packlager und Sand ab, so dafs auch in dieser Beziehung die Strecke als Versuchstrecke wie geschaffen war. Ebenso waren die Witterungsverhältnisse nicht gleichmäfsig (trockene Witterung, Regen, Schnee, Frost).

Im übrigen ist bezüglich der örtlichen Verhältnisse auf Abb. 1 und 2, Taf. 14 alles Nähere zu ersehen.

Organisation des Baubetriebes.

Ein äufserst wichtiger Umstand ist die Organisation des Baubetriebes; denn eine gute Arbeitseinteilung spart viel Arbeit. In erster Linie kam Talbetrieb in Frage, der beim Nachschub der Baustoffe wirksam in die Erscheinung trat. Auch die Länge der Arbeitsstelle ist wichtig. Eine zu geringe Länge hindert die Leute beim Arbeiten; eine zu grofse Länge ist für die Übersichtlichkeit der Bauleitung schädlich. Es wurde daher die auf Abb. 3, Taf. 14 dargestellte Truppeinteilung aufgestellt, die sich sehr gut bewährt hat. Truppverschiebungen kamen nur vereinzelt vor, wenn in Einschnitten die herauszuschaffende, alte, verschlammte Bettung sich sehr schwer aufpickeln liefs und mit Rücksicht auf die Beengtheit der Baustelle sofort weggeschafft wurde, um später die Bettung nicht zu verunreinigen. Auch mufste die Bankettseite von Baustoffen möglichst freigehalten werden, um mit der Walze so nahe wie möglich an die Böschung heranwalzen zu können. Auf Dämmen ging die Arbeit rascher von statten, weil die alten, unbrauchbaren und stark verschlammten Bettungsstoffe an der Dammböschung ausgebreitet werden konnten und das Aufladen auf Bahnwagen somit entfiel. Der Abbrechtrupp (Textabb. 1) verlud sofort auch die Altschwellen und Altschienen, so dafs die Arbeitsstelle entlastet war. Um das Aufladen der verschlammten Bettungsstoffe möglichst einfach zu gestalten, wurden jeweils ein bis zwei Schwellen herausgenommen, die Bettungsstoffe dazwischen aufgepickelt und auf die auseinandergezogenen Wagen gleichzeitig von allen Seiten her aufgeladen. An der Baustelle waren tätig anfänglich 70, später 90 Arbeiter. Die Baustelle hatte bei Baubeginn eine ungefähre Länge bis zu 150 m, später bis 250 m, weil die Einschnitte nicht mehr so stark aufhielten und ein zügigeres Walzen nur vorteilhaft war. Die neuen Schienen und Schwellen und ein Teil des Schotters waren jenseits des anderen Gleises gelagert; der Rest des Schotters zwischen den beiden Gleisen und dem Strang des andern Gleises. Weiter ist es zweckmäfsig, den Grus oder Splitt jenseits des anderen Gleises zu häufen, da dieser dann leicht getragen oder auf dem Einschienenwagen mit gefüllter Trage verfahren werden kann. Das Gleiche gilt auch für reinen Quarzsand, da es sich bei lettiger Unterbaukrone als notwendig erwiesen hat, diese damit zu bestreuen, um ein Anhaften des Lettens an der Walze bei feuchter Witterung zu verhindern. Im übrigen dürfte in organisatorischer

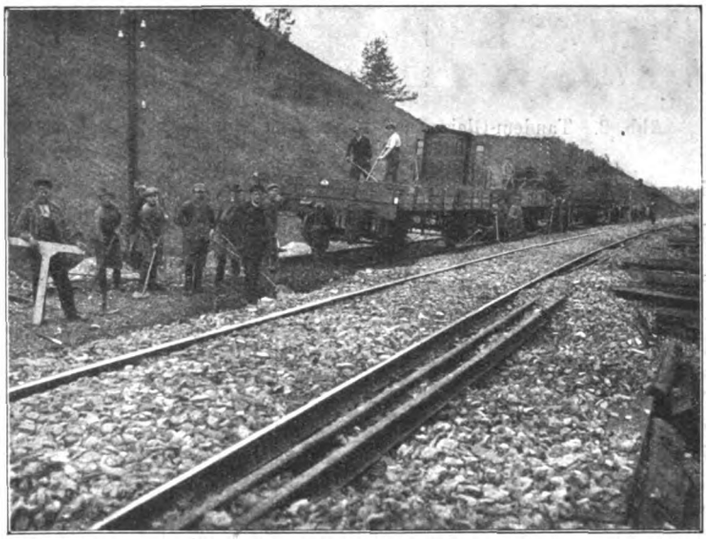


Abb. 1. Abbruch- und Verladetrupp.

Hinsicht aus der bereits erwähnten Tafel alles weitere ersehen werden können. Die bei dem Walz- und Stampfverfahren eingehaltene Arbeitsvorschrift, die durch die Gruppenverwaltung Bayern herausgegeben wurde, hat sich sehr gut bewährt. Die in dieser Vorschrift schematisch angegebenen Pflöcke sind des Schotters wegen aus Rundeisen hergestellt, und zwar haben diese Rundeisenstäbe eine zweckmäfsige Länge von 0,90 m gegen Gleismitte und 1,20 m auf der Bankettseite.

Bauart und Verwendungsart der Walze.

Bei dem Gleisumbau wurde eine Tandemmotorwalze (Abb. 2) verwendet mit einem Gesamtgewicht von rund acht Tonnen. Die Achsentfernung beträgt 3,80; die vordere Walze aus Stahlgufs hat einen Durchmesser von 1000 mm und eine Breite von 950 mm; die hintere Walze, ebenfalls aus Stahlgufs, einen solchen von 1200 mm und eine Breite von 1050 mm. Das Gewicht verteilt sich zu ungefähr $^2/_5$ auf die vordere (~ 3200 kg) und zu $^3/_5$ auf die hintere Achse (~ 4300 kg). Infolge des

Digitized by Google

gröfseren Durchmessers der hinteren Walze ist die Druckfläche gröfser als bei der vorderen. Die Breite der Druckfläche bei Schotter beträgt vorn ungefähr 18 cm, hinten 22 cm, so dafs die mittlere spezifische Pressung wie folgt angenommen werden

Abb. 2. Tandem-Gleisschotterwalze von der Seite gesehen.

kann: vorn zu $\frac{3200}{18.95} = 1{,}86$ kg/cm; also gröfste Pressung höchstens doppelt so grofs bei geradliniger Druckverteilung $= 2 \,.\, 1{,}86 = 3{,}72 \sim 3{,}7$ kg/cm; hinten: $\frac{4800}{22.105} = 2{,}06$ kg/cm, daher gröfste Pressung $2 \times 2{,}06 = 4{,}1$ kg/cm; da statt gradliniger die parabolische Druckverteilung wahrscheinlicher ist, so dürften die Höchstpressungen nur $^2/_3$ der vorgenannten Werte, also: $^2/_3 \,.\, 3{,}7 = \mathbf{2{,}5}$ **kg/cm** und $^2/_3 \,.\, 4{,}1 = \mathbf{2{,}7}$ **kg/qcm** erreichen. Diese Drucke wechseln naturgemäfs und zwar ist bei weicherem Boden der Druck geringer, da die Breite der Druckfläche gröfser wird; bei hartem Boden umgekehrt. Die vorgenannten Drucke entsprechen mit einem gewissen Sicherheitsgrad (ungefähr 20 %) den auftretenden Belastungen durch die Züge mit den neuen Achsdrücken. Die Walze verdichtet daher den Schotter und Unterbaukrone so, dafs voraussichtlich keine weiteren Senkungen durch die Lasten der Züge zu erwarten sind. Ein gröfseres Gewicht der Walze wäre daher nutzlos, ein bedeutend kleineres voraussichtlich für die Verdichtung der Unterbaukrone und des Schotters nicht ganz hinreichend. Die Walze hat einen 16 pferdigen Benzolmotor, drei Gänge zu 1,2 und 3 km in der Stunde. Zum Walzen der Unterbaukrone kann der zweite Gang und zum Walzen des Schotters mufs der kleinste Gang verwendet werden.

Verbrauch an Benzol rund 1,8 kg/Std.,
« « Schmieröl rund 0,15 kg/Std.,
« « Fett rund 0,08 kg/Std.

Der gröfste Gang wird zum Transport der Walze angewandt, der ohne Schwierigkeiten zwischen den beiden Schienensträngen eines Gleises mittels Bohlen verhältnismäfsig rasch vor sich geht (Abb. 3). Infolge der grofsen Länge der Walze ist die Lenkfähigkeit etwas beeinträchtigt. Bei längeren Walzstrecken fällt dies nicht ins Gewicht, jedoch bei kürzeren, wegen des öfteren Wechsels im Hin- und Herfahren und des damit verbundenen seitlichen Überdeckens der Walzstreifen. Die Achslagerung der hinteren Walze sollte etwas weniger weit ausladen, um näher an die Doppelbahnachse, die durch die Richtungssteine gekennzeichnet ist, heranfahren zu können. Die Walze besitzt Kettenantrieb. Zahnradantrieb ist möglicherweise besser, da während des Walzens die Kette zweimal durch Zwischenklemmen eines Schottersteines rifs.

Der Schotter (Basaltschotter) wird durch die Walze nicht zerdrückt. Zweckmäfsig ist Walzung sowohl der Unterbaukrone als der einzelnen Bettungsschichten in von unten nach oben abnehmender Bettungsstärke von ungefähr 9, 8, 7 cm (in zusammengeprefsten Zustand) von aufsen nach innen und dann wieder von innen nach aufsen, so dafs sich die Walzstreifen überdecken (siehe Textskizze). Diese Art des Walzens ist besonders bei der Unterbaukrone für den Wasserablauf wichtig. Jeder Stein wird mindestens vier- bis achtmal langsam eingewalzt (bei einmaligem Befahren durch Vorder- und Hinterachse, also zweimal). Ein öfteres Walzen ist zwecklos und vermindert die innere Reibung des Schotters; weniger Walzarbeit genügt nicht ganz. Bei einer Schotterquerneigung von 1 : 25 rutscht die Walze während des Fahrens seitlich etwas ab und zwar bei gröberem Schotter mehr als bei kleinerem. Bei gröfseren Überhöhungen ist es daher nicht ganz zu vermeiden, dafs man bei der obersten Walzschichte durch Stampfen etwas nachhelfen mufs.

Durch die Walze werden starke Bodenpressungen der Unterbaukrone erzielt. Der bereits durch den Verkehr verdichtete alte Bahnkörper prefst sich bis zu weiteren 4 cm ein; Packlage ungefähr bis zu 1 cm. Dieser Umstand ist durch Stampfen nicht zu erreichen, und dies dürfte einer der Hauptvorteile der Walze sein, da Gleissenkungen auf längere Strecken, nachdem auch die Bettung verdichtet ist, mit aller Wahrscheinlichkeit auf die Dauer hintangehalten werden können, natürlich vorausgesetzt, dafs nicht der gesamte Unterbau durch Naturereignisse nachgibt. In sandigem Boden ist ein Walzen nicht möglich, da sich die Walzen durch das Drehen einwühlen; auch drückt sich der Sand durch die erste, zweite und unter Umständen sogar durch die dritte Schotterschichte hindurch.

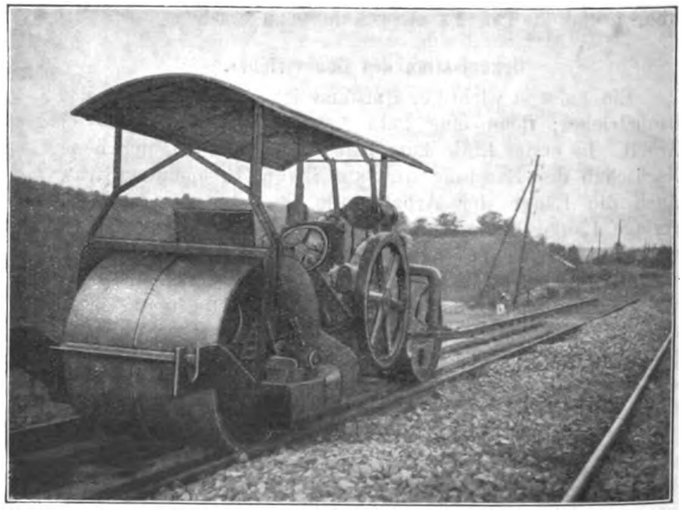


Abb. 3. Transport der Walze.

Es sind daher kleinere Durchmesser der Vorder- und Hinterachse der Walze als die verwendeten kaum zweckmäfsig. Sehr gut walzt sich ein etwas lettiger Boden, so dafs hier eine fast spiegelglatte Wasserabzugsfläche entsteht. Um diese durch das Aufbringen von Schotter und durch das Einwalzen nicht zu zerstören, hat sich das Aufbringen einer Sandschichte von höchstens 5 bis 6 cm (Abb. 4) Stärke sehr gut bewährt; da die untersten

Digitized by Google

Schottersteine sich in den Sand bis ungefähr etwas über die Hälfte eindrücken und den Letten daher noch nicht verletzen. Der eingebrachte Sand mufs jedoch etwas feucht sein, damit er sich gut walzen läfst. Ein zu nahes Heranwalzen an die Bettungs- als auch Böschungskante ist nicht möglich, da die Walze bei letzterer bis zu 20 cm und mehr einsinkt und somit die Gefahr des Umkippens besteht. Es ist zweckmäfsig, die Walze so zu stellen, dafs der schwerere Teil der Walze, also die hintere Achse, sich in Vorbaurichtung befindet (Abb. 5). Demnach steht die Walze in Vorbaurichtung gesehen verkehrt gebracht und genau nach einer Linie gewalzt, bzw. gestampft. Nach vorsichtigem Entfernen der Schottersteine konnte man aus den Eindrücken der Steine die Druckausladung erkennen (s. auch Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 1925, Heft 22, S. 488).

Bezüglich des Grusbandes (Abb. 6) kann ein bestimmtes Urteil noch nicht abgegeben werden; es scheint sich jedoch gut zu bewähren. Seine Stärke mufs ungefähr 5 cm betragen; denn 1 bis 2 cm rütteln sich in die Beschotterung, 1 bis 2 cm dienen zum Ausgleich von kleineren Höhenunterschieden der

Abb. 4. Abwalzen der Unterbaukrone unter Einbringung einer 4—5 cm starken Sandbettung.

Abb. 5. Schotter- und Walztrupp.

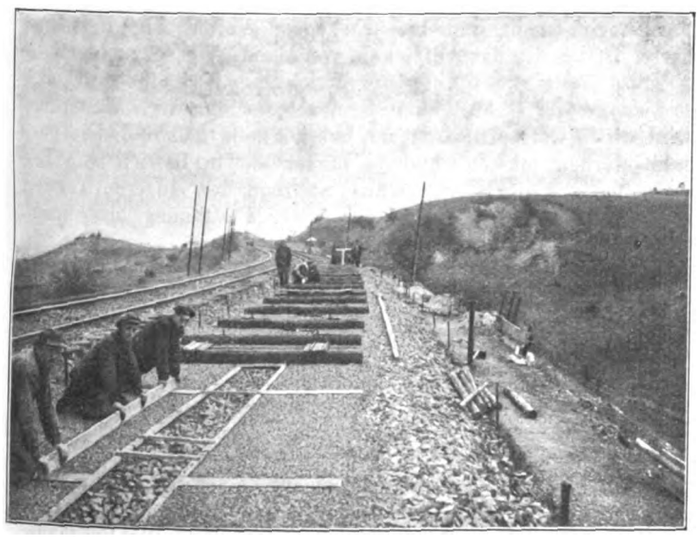


Abb. 6. Begrusungs- und Vorstrecktrupp.

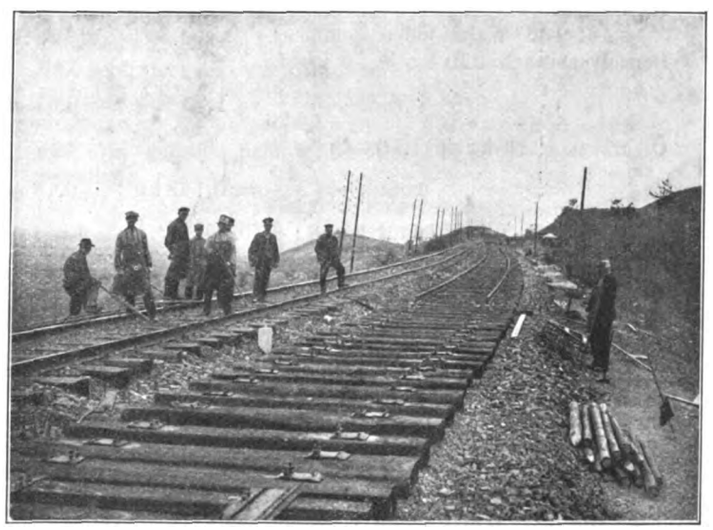


Abb. 7. Fertig verlegtes Gleis mit Anschlufs zum Weitervorstrecken.

und zwar deswegen, weil bei den Schotterabsätzen der verschiedenen Schichten es sich gezeigt hat, dafs die vordere Lenkachse leichter diese Schotterrampe erklimmt als die hintere Triebachse. An die äufsere, obere Schotterkante darf die Walze höchstens bis zu 40 cm heranfahren, da sonst der Schotter nachgibt und die Walze sich neigt. Von Wichtigkeit ist auch die tatsächliche Druckverteilung sowohl der gewalzten als auch der gestampften Bettung. Die Druckverteilung ergab sich nach mehrmaligen Versuchen durchschnittlich ungefähr zu 60°. Diese Versuche wurden folgendermafsen vorgenommen: Auf einer abgewalzten Lettenfläche wurde Schotter bis 25 cm Stärke aufSchwellen und 1 bis 2 cm zum Abgleich des bis zu dieser Gröfse höchstenfalls ausgeglichenen Schotterbettes. Bei zu wenig Grus besteht die Gefahr des Einrüttelns während des Betriebes und dadurch der anfänglichen unruhigen Gleislage, was ja durch das Walzen bzw. Stampfen der Bettung ausgeschaltet werden sollte. Besser ist weniger und ganz grober Grus als mehr Grus, dafür aber weniger grob. Nach Versuchen wurde beim Walzen für das Grusband 10% weniger Grus verbraucht als beim Stampfen. Abb. 7 zeigt ein fertig verlegtes Gleis mit Anschlufs zum Weitervorstrecken.

Anführen möchte ich noch, dafs das reine Stampfmafs

Digitized by Google

(ebenfalls nach Versuchen) sowohl für Schotter, Grus und Sand 19 bis 20 % beträgt. Das letztere Maſs dürfte daher mindestens für das Walzen gelten, da die Pressung etwas gröſser wird als bei gutem Stampfen (ungefähr 2 %).

Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Walze.

Die Umbaustrecke von km 80,698 bis km 82,793 Gleis Würzburg-Treuchtlingen umfaſst $^2/_3$ Walz- und $^1/_3$ Stampfstrecke.

Es wurden auf 1402 m Walzstrecke 1430 cbm zusammengepreſster Schotter bis Schwellenunterkante eingewalzt. Auf den laufenden m treffen daher im Durchschnitt 1,02 cbm einschlieſslich Mehrverbrauch in Kurven. Die Schotterstärke beträgt 24 cm unter Schwellenunterkante in zusammengepreſstem Zustande. Der Schotter von Schwellenunterkante aufwärts hat für die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Walze keinen Belang, da der Schotter zwischen den Schwellenfächern gestampft wird. Es sind im nachstehenden nur die reinen Walzkosten entwickelt:

Kosten der Walze: 10 800 ℳ.

Jährliche Kosten:

1. Zinsen 10 %	= 1080 ℳ
2. Reparaturen 10 % . . .	= 1080 «
3. Abschreibung 5 % . . .	= 540 «
Zusammen . .	2700 ℳ

Nimmt man nun an, daſs die Walze im Jahr möglichst ausgenützt wird und zwar a) an 150 Tagen/Jahr und b) an 120 Tagen/Jahr, so ergeben sich folgende Wirtschaftszahlen:

a) jährliche Betriebsstunden = 9 × 150 = 1350 Stunden,
b) „ „ = 9 × 120 = 1080 «

Allgemeine Unkosten/Stunde:

$$a) = \frac{2700}{1350} = 2{,}00\ ℳ;\quad b) = \frac{2700}{1080} = 2{,}50\ ℳ$$

Eine Bedienungsstunde (Walzenführer) kostet 62 Pfennig + 10 % Zuschlag für soziale Lasten (= 6,2 Pfennig) = ungefähr 70 Pfennig.

Auf 133 Walzstunden kommen:

Benzolverbrauch 230 kg je 50 Pfg.;

$$1\ \text{Std.} = \left(\frac{230}{123} = 1{,}73\ \text{kg}\right) = 0{,}87\ ℳ,$$

Ölverbrauch 19 kg je 1,10 ℳ;

$$1\ \text{Std.} = \left(\frac{19}{133} = 0{,}143\ \text{kg}\right) = 0{,}16\ ℳ,$$

Fettverbrauch 9 $^1/_2$ kg je 1,20 ℳ;

$$1\ \text{Std.} = \left(\frac{9{,}5}{133} = 0{,}07\ \text{kg}\right) = 0{,}08\ ℳ.$$

Betriebskosten: = 1,11 ℳ.

Gesamtkosten/Std.

	a	b
Allgemeine Unkosten	= 2,00 ℳ	2,50 ℳ
Personalkosten . .	= 0,70 «	0,70 «
Betriebskosten . .	= 1,11 «	1,11 «
Zusammen . .	3,81 ℳ	4,31 ℳ.

Die 133 Walzstunden verteilen sich:

1. für Schotter einwalzen (1430 cbm)	= 107 Std.
2. für Unterbaukrone walzen . . .	= 20 »
3. für Transport	= 6 »
Zusammen . .	133 Std.

In einer Stunde werden daher eingewalzt:

$$\frac{1430}{107 + 6} = 12{,}65\ \text{cbm};$$

1 cbm Schotter kostet daher einzuwalzen in der Stunde:

$$a)\ \frac{3{,}85}{12{,}65} = 0{,}304\ ℳ;\quad b)\ \frac{4{,}33}{12{,}65} = 0{,}343\ ℳ$$

oder in Arbeitsstunden ausgedrückt:

Stundenlohn 0,55 ℳ + 10 % Zuschlag für soziale Lasten = = 0,605 ℳ, somit

$$a)\ \frac{0{,}304}{0{,}605} = 0{,}50\ \text{Stunden};\quad b)\ \frac{0{,}343}{0{,}605} = 0{,}57\ \text{Stunden}.$$

Kosten des Stampfens.

Auf 693 m Länge wurden bis Schwellenunterkante 663 cbm Schotter eingestampft; dafür wurden 812 Arbeitsstunden aufgewandt und zwar wurde die Unterbaukrone und jede der drei Schotterschichten zu 9, 8 und 7 cm genau wie beim Walzverfahren je viermal gestampft.

Von den 812 Arbeitsstunden treffen auf die Verdichtung der Unterbaukrone 139 Stampfstunden; es verbleiben daher für Schottereinstampfen 812 − 139 = 673 Stunden.

Sonach wurden bei viermaligem gründlichen Stampfen zu 663 cbm Schotter 673 Stunden verbraucht. In einer Stunde somit gestampft: $\frac{663}{673} = 0{,}985$ cbm Schotter.

1 cbm Schotter kostet bei einem Stundenlohn von 0,55 ℳ + + 10 % Zuschlag für soziale Lasten (= 0,605 ℳ) einzustampfen:

$$\frac{0{,}605}{0{,}985} = 0{,}615\ ℳ;$$

und daher bei beispielsweise dreimaligem Stampfen $^3/_4$ mal 0,615 = 0,46 ℳ.

Wirtschaftlicher Vergleich zwischen beiden Verfahren.

Das Walzen kommt nach diesen genauen Ermittlungen um mindestens 30 % billiger als das Stampfen; dabei ist der Umstand noch nicht berücksichtigt, daſs durch das starke Zusammenpressen der Unterbaukrone entsprechend weniger Aushubarbeit geleistet zu werden braucht. Es muſs allerdings gesagt werden, daſs sehr fest und gründlich gestampft wurde und zwar jede Stelle viermal deswegen, weil auch die Walze über jede Stelle mindestens viermal hinwegging. Die verwendete Walze hat eine Aufreiſservorrichtung; die Aufreiſser selbst sollen jedoch erst geliefert werden. Da die alte Unterbaukrone meist sehr stark verschlammt und bei trockenem Wetter sehr fest verhärtet ist, so ist das Aufpickeln von Hand eine sehr mühselige Arbeit. Tritt diese Aufreiſservorrichtung noch in Tätigkeit, so wird die Wirtschaftlichkeit der Walze noch gröſser. Weiterhin wird die Wirtschaftlichkeit noch erhöht, je höhere Löhne gezahlt werden müssen, und je länger sie in Betrieb ist. Es ist daher vorteilhaft, die Walze während der längeren Tageszeiten dauernd, das heiſst auch unter Umständen über neun Stunden hinaus in Betrieb zu halten.

Ob das viermalige Stampfen dem Walzen gleichwertig ist, muſs die Zukunft lehren. Ein Feinnivellement der Strecke mit dauernder Kontrolle in gewissen Zeitabschnitten während des Betriebes wird Klarheit schaffen, welche Einsenkungen gröſser werden, die der Walz- oder die der Stampfstrecke.

Die Walzstrecke wird sich voraussichtlich schon deswegen besser halten, weil die Unterbaukrone durch das Gewicht der Walze bedeutend besser verdichtet wurde. Dem Gefühl nach zu urteilen, scheint der gewalzte Schotter einen festeren Verband zu haben als der gestampfte; auch der Minderverbrauch an Grus scheint darauf hinzuweisen. Wägt man alle Umstände gegeneinander ab, so ist ohne Zweifel schon jetzt die Wirtschaftlichkeit der Walze gegeben.

Kosten des Umbaues.

a) Walzstrecke von km 80,698 bis 81,500 und km 81,700 bis 82,300 = 1402 m.

	Stunden	Tagschichten (9 Std.)
1. 1402 m Gleis abgebrochen, die Materialien auf Wagen verladen, nach Station Steinach verbracht, abgeladen und sortiert . . .	1260	140
2. 813 cbm Schotter ausgegabelt und seitlich gelagert bis zur Wiederverwendung . .	2232	248
Zu übertragen . .		388

Digitized by Google

Übertrag . .		388
3. 1390 cbm verschlammte Bettung aufgepickelt, in den Einschnitten auf Wagen geladen und an geeigneten Plätzen wieder entladen. Die unreine Bettung auf den Dammstrecken an der Böschung ausgebreitet	4077	453
4. Die Höhenpflöcke nach Vorschrift geschlagen	450	50
5. 1402 m Unterbaukrone gewalzt	20	$15^5/_9$
6. 1430 cbm Schotter in drei Schichten, in gepreſstem Zustand gemessen, eingebracht	3339	371
7. 1430 cbm gepreſsten Schotter in drei Schichten gewalzt	107	$83^2/_9$
8. Das Grusband nach Vorschrift aufgebracht (1402 . 2 . 1,0 . 0,06)	792	88
9. 1402 m Gleis neu verlegt samt allen dazu gehörigen Arbeiten	2583	287
10. Die Höhenlage einzelner Schwellen nach der Probebelastung nachgearbeitet	162	18
11. Die Schwellenfächer mit 610 cbm Schotter verfüllt und den Schotter gestampft . .	1620	180
12. 2127 Stück Schwellen gebohrt und sortiert	306	34
13. 1528 cbm Schotter abgeladen	1620	170
14. Für den eingleisigen Betrieb eine Weiche eingebaut und nach Aufhebung des eingleisigen Betriebes wieder ausgebaut. Während des eingleisigen Betriebes die Weiche bei Tag und Nacht bedient		148
15. Sonstiges (Abheben der Bankette, Graben reinigen Mehrarbeiten an zwei Überfahrten usw.)		$379^2/_9$
Sa. . .		2665

1 lfd. m kostet somit einzubauen 2665 : 1402 = 1,90 Tagschichten.

Anmerkungen:

1. Das Umbaugleis wurde um durchschnittlich 19,6 cm gehoben Durch diese Hebung wurde sehr an Aushub gespart.
2. Die Umbauarbeiten wurden mit Stamm- und Zeitarbeitern im Eigenbetrieb durchgeführt.
3. Es ist zweckmäſsig, das Ausrichten des einige Zeit dem Betriebe übergebenen Gleises sowohl in Höhe als auch in Linie mit einem Fernglas durchführen zu lassen.
4. Nach genauen Berechnungen kommen sowohl bei der Walz- als auch bei der Stampfstrecke auf den lfd. m mindestens 1,6 cbm gelockerter Schotter. Dieses Maſs setzt sich folgendermaſsen zusammen:

a) bei der Stampfstrecke treffen bis Schwellenunterkante auf den lfd. m: $\frac{668 \text{ cbm}}{693 \text{ m}} = 0{,}956$ cbm/m,

b) bei der Walzstrecke: $\frac{1430}{1402} = 1{,}02$ cbm/m.

Der Unterschied von 1,02 bis 0,956 = 0,064 cbm/m ist im ersten Augenblick auffallend. Er erklärt sich aber zwanglos daraus, daſs bei der Walzstrecke das Schotterband vorübergehend um 15 cm breiter gemacht werden muſste, damit die Walze, die nur bis auf 40 cm an die äuſsere Schotterkante des Umsinkens wegen heranfahren kann, noch die Kopfflächen der Schwellenauflagerflächen entsprechend bestreicht. Diese Mehrschottermenge errechnet sich zu

1,0 . 0,15 . 0,30 (0,30 m = Maſs von Unterbaukrone bis Schwellenunterkante am äuſseren Lager gemessen)
= 0,045 cbm/m.

Der Rest 0.064 — 0,045 = 0,019 cbm entfällt auf die gröſsere Schotterverdichtung durch die Walze, das sind 2%.

Dieses gröſsere Verdichtungsmaſs stimmt auch mit der Tatsache überein, daſs einmal bei der Walzstrecke für das Grusband 10% weniger Grus verbraucht wurde und zum andern, daſs die Schwelleneinsenkungsmessungen günstigere Ergebnisse lieferten als bei der Stampfstrecke.

Der insgesamt erforderliche, lockere Schotter berechnet sich nunmehr bei 2,60 m langen Holzschwellen, bei 4% Quergefälle und 24 cm gepreſstem Schotter in Schwellenmitte zu:

unter Schwellenunterkante:
0,956 cbm (gepreſst) + 20% (Verdichtungsmaſs)
= 0,956 „ + 0,191 = 1,147 ~ 1,15 cbm/m
über Schwellenunterkante: (Schwellen sind abgerechnet)
0,396 + 12% (ungefähres Verdichtungsmaſs zwischen den Schwellen und auſserhalb)
= 0,396 + 0,048 = 0,444 cbm/m
somit insgesamt 1,147 + 0,444 = 1,591 ~ 1,60 cbm/m.
(Aus wirtschaftlichen Gründen wurde dieses Maſs nicht unter Schwelleninnenkante, sondern unter Schwellenmitte genommen; die Schotterstärke unter der Schwelleninnenkante wird dadurch zwar etwas geringer; aber dies ist dadurch gerechtfertigt, daſs einmal noch ein mehrere cm Stärke betragendes Grusband hinzukommt und zum andern ist der Boden an der Schwelleninnenkante trockener und damit druckaufnahmefähiger.)

5. Ein nicht unbeträchtlicher Vorteil der Walze dürfte auch der sein, daſs durch das stärkere Zusammenpressen der Unterbaukrone von durchschnittlich 2 cm mehr gegenüber der Stampfstrecke ein entsprechend geringeres Aushubmaſs sich ergibt (für den km fast 100 cbm), da man um dieses Maſs von 2 cm höher bleiben kann.
6. Einzelne Beobachtungen nach nächtlichen kurzen Regengüssen haben gezeigt, daſs das Wasser nach schätzungsweise ungefähr 5 bis 10 Stunden den Bahnkörper verlassen hatte. Dies entspräche bei nicht allzustarken Niederschlägen einer mittleren Sickergeschwindigkeit von $^1/_5$ bis $^1/_7$ mm/sec.

b) Stampfstrecke von km 81,500 bis 81,700 und 82,300 bis 82,793 = 693 m.

	Stunden	Tagschichten (9 Std.)
1. 693 m Gleis abgebrochen, die Materialien verladen, nach Stat. Steinach verbracht, abgeladen und sortiert	621	69
2. 400 cbm Schotter ausgegabelt und bis zur Wiederverwendung seitlich gelagert . .	1098	122
3. 671 cbm verschlammte Bettung in den Einschnitten aufgepickelt auf Wagen geladen und an geeigneten Plätzen wieder entladen. Die unreine Bettung auf den Dammstrecken an der Böschung ausgebreitet	2025	225
4. Die Höhenpflöcke nach Vorschrift geschlagen	216	24
5. 693 m Unterbaukrone gestampft . . .	139	$15^4/_9$
6. 663 cbm gepreſsten Schotter in drei Lagen eingebracht	1656	184
7. 663 cbm gepreſst Schotter in drei Lagen gestampft	673	$74^7/_9$
8. Das Grusband nach Vorschrift aufgebracht (693 . 2 . 1,00 . 0,06)	378	42
9. 693 m Gleis neu verlegt samt allen dazu gehörigen Arbeiten	1269	141
10. Die Höhenlage einzelner Schwellen nach der Probebelastung nachgearbeitet	81	9
11. Die Schwellenfächer mit 310 cbm Schotter verfüllt und den Schotter gestampft . .	801	89
12. 1048 Stück Schwellen gebohrt und sortiert	144	16
13. 755 cbm Schotter abgeladen	774	86
14. Für den eingleisigen Betrieb eine Weiche eingebaut und nach Aufhebung des eingleisigen Betriebs wieder ausgebaut. Während des eingleisigen Betriebs die Weiche bei Tag und Nacht bedient	—	72
15. Sonstiges (Abheben der Bankette, Graben reinigen, Mehrarbeit an zwei weiteren Überfahrten usw.)	—	$190^7/_9$
Sa. . .		1360

1 lfd. m kostet somit einzubauen 1360 : 693 = 1,96 Tagschichten.

Gesamtergebnis.

Durch das Stampfen der Bettung statt des Walzens ist die Möglichkeit gegeben, in der verkehrsärmeren Tageszeit bei unterbrochenem, zeitweise eingleisigen Betrieb den Umbau

Digitized by Google

durchzuführen. Die Strecke ist daher nicht dauernd aufser Betrieb, was besonders im Sommerfahrplan auf stärker belegten Strecken ein betrieblicher Vorteil sein kann; andererseits aber ist in baulicher Hinsicht ein täglicher Anschlufs nötig, der bei gröfseren Höhenunterschieden zwischen dem umgebauten und dem alten Gleis sehr viel Arbeit erfordert und eigentlich nutzlos ist. Auch leidet hierunter die Güte der Arbeit, da immer nur kurze Umbaustrecken mit ungefähr 40 bis 60 m Tagesleistung in Frage kommen. Das Walzen ist in solchem Falle ausgeschlossen; es mufs daher das teuere Stampfen angewendet werden. Der scheinbare Nachteil bei Walzstrecken besteht darin, dafs dauernd eingleisiger Betrieb gewährleistet sein mufs. Dies wird selten zwischen zwei Überholungsstationen möglich sein. Jedoch wird der dauernd eingleisige Betrieb in den meisten Fällen durchführbar sein, wenn die nächste Station durch Einlegen einer Weiche angeschlossen wird. Durch diese Mafsnahme wird die Zugfolge wesentlich beschleunigt. Es kann auch dadurch zügig gearbeitet werden, da hundert und mehr Arbeitskräfte an die Arbeitsstelle geworfen werden können, so dafs bei guter Vorbereitung des Umbaues (hauptsächlich müssen alle Baustoffe zur richtigen Zeit vorhanden sein) die Dauer des eingleisigen Betriebes wesentlich abgekürzt wird gegenüber dem unterbrochenen zeitweise eingleisigen Betriebe und zwar fast um die Hälfte der Zeit. Auch für den Betrieb ist es sicherer, zwischen den Umbaustationen auf kürzere Zeit signalmäfsige Fahrten durchführen zu können, als auf längere Zeit mit schriftlichen Befehlen zu arbeiten.

Man rechnet durchschnittlich auf eine normale Umbautagesleistung für eine Stampfstrecke 40 bis 60 m, je nach der Betriebspause und für eine Walzstrecke 70 bis 90 m. Weiterhin kommt die bessere Umbauarbeit letzten Endes wieder dem Betrieb zugute. Dafs der Entscheid, ob die Walzarbeit besser als Stampfarbeit ist, schon jetzt gegeben werden kann, zeigen einzelne Schwellensenkungsmessungen. Es wurden während des Betriebes je zehn Messungen an verschiedenen Schwellen der Walzstrecke (fünf Stofs- und fünf Mittelschwellen) und je zehn Messungen an verschiedenen Schwellen der Stampfstrecke (fünf Stofs- und fünf Mittelschwellen) vorgenommen. Dabei ergab sich, dafs die durchschnittlichen Einsenkungen bei der Walzstrecke ungefähr 0,65 mm und bei der Stampfstrecke 1,25 mm betrugen. Die Messungen wurden unter verschiedenen Lokomotiven bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 25 bis 30 km durchgeführt. Diese Messungen mögen des einfachen Hilfsmittels wegen (s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1924, Heft 11, S. 254) nicht ganz einwandfrei sein, aber sie geben sicherlich ein gutes relatives Vergleichsbild. Wissenswert ist sicherlich auch hier, wie hoch sich nach diesen Messungen wohl die Bettungsziffer stellt.

Bei 10 Messungen wurden auf der Stampfstrecke durchschnittlich $1\,^1/_4$ mm elastische Einsenkung ermittelt. (Die Ergebnisse schwankten zwischen fast Null und 2 mm Einsenkung.)

Nimmt man den durchschnittlichen Raddruck der über die Mefsstellen gefahrenen Lokomotiven zu rund 8 t an, so würden bei einem Raddruck von 12,5 t (neuer Raddruck) $\frac{12,5}{8} \cdot \frac{5}{4} = 1,96$ mm zu erwarten sein.

Da die Lokomotiven die Mefsstellen nur mit 25—30 km Geschwindigkeit befuhren, so dürfte schätzungsweise noch ein Stofszifferzuschlag von 25 % zu nehmen sein, so dafs bei einem Raddruck von 12,5 t und voller Stofsziffer eine Einsenkung von 1,96 + 25 % Zuschlag
= 1,96 + 0,49 = 2,45 mm zu erwarten ist.

Dieser Wert stimmt annähernd mit einem bereits früher ermittelten Wert von 2,34 mm (s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1925, Heft 22, S. 487) überein. Der letztgenannte Wert ist deshalb etwas geringer, weil auch die dort für die Messung mafsgebenden Geschwindigkeiten geringer waren, als der Stofsziffer 1,5 entspräche.

Die Bettungsziffer nähert sich daher tatsächlich stark dem Werte 15, soweit man diese Ziffer mit Rücksicht auf den einfachen Schwellensenkungsmesser überhaupt errechnen kann.

Die durchschnittlichen Einsenkungen bei der Walzstrecke sind demnach nur $^3/_5$ von jenen auf der Stampfstrecke, dies trotz bester Stampfarbeit. Der Grundsatz, dafs Maschinenarbeit billiger und besser ist als Handarbeit, kommt auch hier wieder zur Geltung. Die Einsenkungen waren auch beim erstmaligen Befahren der Strecke mit einer G 12-Lokomotive so gering, dafs sie mit blofsem Auge, sowohl bei der Walz- als auch bei der Stampfstrecke kaum wahrgenommen werden konnten. Die Entwicklung drängt also auch hier nach Maschinenarbeit, da mit höchster Wahrscheinlichkeit nach den vorliegenden Messungsergebnissen gesagt werden kann, dafs auch die Unterhaltungsarbeit bei der Walzstrecke voraussichtlich noch geringer sein wird als bei der Stampfstrecke.

Folgerungen.

Wie die Taf. 14 zeigt, enthält die Versuchsstrecke drei Arten von Einzelstrecken und zwar:

a) reine Walzstrecke (Unterbaukrone und Bettung gewalzt); durchnittliche Einsenkung (unter den vorstehend angegebenen Verhältnissen) 0,65 mm/Druckstelle.

b) reine Stampfstrecke (Unterbaukrone und Bettung gestampft); durchschnittliche Einsenkung 1,25 mm/Druckstelle.

Aus diesen beiden Messungen ist jedoch noch nicht zu ersehen, welcher Anteil an der elastischen Einsenkuug der Verdichtung der Unterbaukrone und der Bettungsverdichtung zufällt. Es wurden daher weitere zehn Messungen unter denselben Verhältnissen wie bei a) und b) in der dritten Art der Versuchsstrecke vorgenommen mit dem nachstehenden Ergebnis:

c) Unterbaukrone gewalzt, Bettung gestampft. Durchschnittliche Einsenkung 0,80 mm/Druckstelle.

Durch das Gegenüberstellen der drei gefundenen Werte bestätigt sich daher die auf Seite 178 ausgesprochene Vermutung, dafs das starke Verdichten der Unterbaukrone der Hauptvorteil des Walzens sein dürfte.

Das umgebaute Gleis befährt sich sehr gut, trotz der geringen elastischen Einsenkungen. Es ist bekannt, dafs zu einem guten Befahren die Elastizität weder zu grofs noch zu klein sein darf. Im ersten Falle tritt ein hoher Verschleifs des Oberbaues auf, während im zweiten Falle die Stöfse nicht genügend verarbeitet werden. (S. auch Dr. Saller: Stofswirkungen an Tragwerken und am Oberbau im Eisenbahnbetrieb Seite 49.) Bei den zukünftigen hohen Flächendrucken unter Schwellenunterfläche (bis zu 3,3 kg/cm² bei den neuen Achsdrucken) ist es daher vorteilhaft, die Unterbaukrone zu walzen, da nach Vorausgehendem die Elastizität des Bettungskörpers noch genügend grofs ist.

Nachtrag.

Im Nachgang zu meiner ersten Veröffentlichung über gekrampte und gestampfte Bettung im Organ 1925, Seite 484 sei auf folgendes aufmerksam gemacht:

Auf Tafel 35 des Jahrgangs 1925 sind Abbildungen von verschiedenen Versuchsstrecken gebracht. Die eine Abbildung stellt eine gestampfte Strecke ohne Eisenbetonroste, die andere eine gestampfte Strecke mit nachträglich eingebrachten Eisenbetonrosten an den Stöfsen dar. Letztere zeigt nun etwas gröfsere Stofsanschläge als erstere.

Dieser Umstand könnte möglicherweise zu der irrtümlichen Anschauung führen, als ob die Verwendung von Eisenbetonrosten in gestampfter Bettung nachteilig wäre. Dieser Auffassung, wenn sie ja entstanden sein sollte, möchte ich jedoch entschieden entgegentreten; denn aus dem ganzen Sinn der

Digitized by Google

Abhandlung auf Seite 484 geht hervor, dafs nur durch das nachträgliche Einbringen der Roste ($1^1/_2$ Monate später) und das hierdurch bedingte Auflockern der Bettung die Mehreinsenkung verursacht wurde. Die Erfahrung zeigt nämlich, dafs sich die Bettung trotz besten Stampfens oder Walzens unter den Verkehrslasten nach einigen Monaten noch um weitere 5 bis 6 % verdichtet. Es ist daher klar, dafs trotz besten Einstampfens des Schotters über den nachträglich eingebrachten Rosten noch eine Einsenkung stattfand, die naturgemäfs verhältnismäfsig gröfser war als bei dem bereits verdichteten Schotterbett. Dieser Wert der gleichmäfsigen Schotterverspannung sollte daher durch die gezeichnete Darstellung ins rechte Licht gestellt werden.

Wird daher nach dem Vorausgehenden das durch die Auflockerung bedingte Senkungsmafs wieder durch Unterlegen von Splitt ausgeglichen (was bei der vorgenannten Strecke nicht getan wurde bis zur Messung nach 15 Monaten, um eben den Wert der Schotterverspannung zu ermitteln), so ist es wohl selbstverständlich, dafs die Verstärkung am Stofse durch untergelegte Roste gröfser ist, als ohne Roste; infolgedessen wird sich die Strecke mit Rosten auf die Dauer wohl auch besser halten als eine solche ohne Roste.

Aus dem Ganzen geht nun hervor, dafs es vorteilhaft und zweckmäfsig ist, die Roste gleichzeitig, sei es beim Stampf- oder Walzverfahren, mit dem Schotter einzubauen, um eine gleichmäfsige Verspannung und Verdichtung zu erzielen.

Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Saller.

Seit Jahren kehrt in Abhandlungen, die sich mit der Berechnung des Eisenbahnoberbaues beschäftigen, die Klage wieder, dafs die Theorie zu wenig Gelegenheit hat, sich auf tatsächliche wissenschaftliche Beobachtungen am Oberbau zu stützen. Das gleiche beklagt auch die Ausübung, die auf manche Erscheinungen am Oberbau aufmerksam wird, zu deren genauer Erforschung ihr Mittel und Zeit fehlen. Seit den grundlegenden Versuchen von Wasiutyński (Organ, Ergänzungsheft 1899) und Ast (Organ, Ergänzungsheft, XII, 1900) sind gröfsere Beobachtungsversuche nicht mehr bekannt geworden, wenn auch einzelne, in der Ausübung stehende Fachleute wie Bräuning (»Die Grundlagen des Gleisbaues«) ganz Ersprieſsliches und Dankenswertes zu leisten in der Lage waren, soweit dies mit ganz einfachen Mitteln und unter Vermeidung der für wissenschaftliche Versuche unumgänglichen grofsen Zurichtungen und Aufwendungen möglich war. In den letzten Jahren hat es der Oberbauausschufs des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen unternommen, Beobachtungen am Oberbau in aller Stille durch einen Unterausschufs wieder aufnehmen zu lassen. Er war hierbei von der Absicht geleitet, einheitliche Verfahren zur Berechnung des Oberbaues festzulegen, nach denen die dem Verein angehörenden Verwaltungen einheitlich im Wagenübergangsverkehr die ihren verschiedenen Oberbauarten zuzumutenden Belastungen rechnen können. Die Beobachtungen legten also gröfseres Gewicht auf den praktischen Zweck als auf Wissenschaftlichkeit, standen aber immerhin auf einer Höhe, dafs auch die Wissenschaft aus ihnen Nutzen wird ziehen können und sie erfolgten unter einem Aufwand an Mitteln und Zurichtungen, den der einzeln Ausübende sich nicht entfernt leisten kann. Die Versuche heben sich also aus den geringen Ansätzen der letzten Jahrzehnte, am Eisenbahnoberbau eingehende Beobachtungen über sein Verhalten unter den Verkehrslasten zu machen, vorteilhaft heraus. Es ist anzunehmen, dafs der Verein in absehbarer Zeit mit der Veröffentlichung dieser Versuche hervortreten wird.

Es ist nicht beabsichtigt, hier diesen kommenden Veröffentlichungen etwas vorwegzunehmen, aber es sollen doch gewisse Seiten dieser Beobachtungen vorweg bekannt gegeben werden, die auf neue Gebiete geführt haben. Ihre Bekanntgabe drängt um so mehr, als sie eine mitten in der Entwicklung stehende Frage betreffen und anderweitigen Versuchen von Nutzen sein können, die z. Zt. an verschiedenen Orten einzusetzen scheinen. Wenn die neuen Versuche des V. D. E. V. auch von vornherein nicht auf die Genauigkeit und Wissenschaftlichkeit der Wasiutyńskischen Beobachtungen Anspruch machen wollten, so kommen ihnen doch gewisse Fortschritte sehr wesentlich zugute, die inzwischen sowohl nach der wissenschaftlichen Seite der dynamischen Berechnungen am Oberbau als auch namentlich auf dem Gebiete des Mefsgerätewesens gemacht worden sind. Was für die technische Beurteilung des Oberbaues mafsgebend ist, sind die in seinen verschiedenen Teilen auftretenden Spannungen. Diese müssen in der Ausübung so niedrig gehalten werden, dafs sie die Grenze des Bruches nicht erreichen. Da die Gröfsen der dynamischen Beanspruchungen etwas nicht entfernt genau Greifbares sind, müssen sich die berechneten Spannungen der Sicherheit wegen von der Bruchgrenze sogar ein bedeutendes Mafs fernhalten. Während Wasiutyński mit seinem nach heutigen Begriffen fast übertrieben genauen Mefsverfahren, das sich bis auf 7,4 m tief in die Erde eingegrabener Grundmauern bediente, nur die Senkungen einzelner Oberbaupunkte, diese allerdings mit einwandfreiester Genauigkeit, aufzeichnete und aus diesen Senkungen mit immerhin unsicheren Annahmen die Spannungen erst rechnen mufste, haben wir jetzt brauchbare Mefswerkzeuge, die die Spannungen unmittelbar zu messen und in Schaubildern festzulegen gestatten, und zwar, was beim Oberbau für die Ausübung von grofsem Gewicht ist, auf sehr geringe Mefslängen und mit genügender Vergröfserung. Man mufs bei der Art der Formänderung der Schiene unter den Verkehrslasten mit grofsem örtlichem Wechsel der Spannungen rechnen und daher auf eine möglichst geringe Mefslänge Gewicht legen. Insbesondere hat im letzten Jahrzehnt ein ganz kleiner, fast in Taschenbuchgröfse ausgebildeter Spannungsmesser des Holländers Okhuizen (Abb. 1) sich wachsende Beliebtheit erworben und hat, soweit sich Gelegenheit bot, vor allem im Brückenwesen, vereinzelt auch im Oberbauwesen Anwendung gefunden. Das Okhuizenmefsgerät arbeitet in seiner üblichen Form mit einer Mefslänge von 60 mm und mit etwa 412facher Vergröfserung. Es hat weiter den Vorteil, dafs es seine Ergebnisse selbst aufzeichnet. Allerdings erfolgt die Aufzeichnung mit der Reibung einer lose angedrückten Bleistiftspitze und die Bewegung des Schaubildstreifens ist nicht selbsttätig, sondern der Streifen wird von Hand gezogen. Damit ist natürlich bei bewegten Lasten Ungleichmäfsigkeiten und Ungenauigkeiten die Türe geöffnet. Soweit es sich aber nur um grofse Gesichtspunkte handelt, kann dieser Nachteil oft in Kauf genommen werden. Wenn die Geschwindigkeit der Lastbewegung und die Abstände der Lastpunkte bekannt sind, die einzelnen Achsdrücke der Verkehrsbelastung sich auf dem Schaubild deutlich herausheben, und von der Möglichkeit des Voreilens der Last abgesehen wird, kommt bei geringen Geschwindigkeiten die Unregelmäfsigkeit an sich nur beschränkt zur Geltung. Man könnte das Ziehen von Hand ja wohl durch ein Uhrwerk ersetzen, allein damit würde zweifellos das Mefsgerät den hervorstechenden Vorteil seiner Einfachheit einbüfsen.

Die eingangs erwähnten Beobachtungen des Ausschusses bedienten sich ausschliefslich dieser Okhuizenmefsgeräte. Sie bezogen sich auf verschiedene Verkehrsgeschwindigkeiten bis hinauf zu etwa 90 km/Std. Auf Beobachtungen unter diesen grofsen Geschwindigkeiten war besonderes Gewicht zu legen, da ja nach üblicher Auffassung die Einwirkungen der Verkehrslasten auf den Oberbau mit der Geschwindigkeit wachsen.

Digitized by Google

Aber gerade hier ergaben sich die gröfsten Zweifel, ob das Okhuizenmefsgerät die Spannungsschwankungen im Oberbau richtig aufzeichnet. Man hat inzwischen zu erkennen gelernt, dafs für Beobachtungen unter bewegten Lasten besondere dynamisch eingestellte Mefswerkzeuge erforderlich sind, an deren Eigenschwingungszahl bestimmte, z. B. im Erdbebenbeobachtungswesen längst bekannte Anforderungen zu stellen sind. Die Möglichkeit, einen dynamischen Ausschlag an einem beobachteten Gegenstand (Brücke, Oberbau usw.) durch ein Mefsgerät richtig

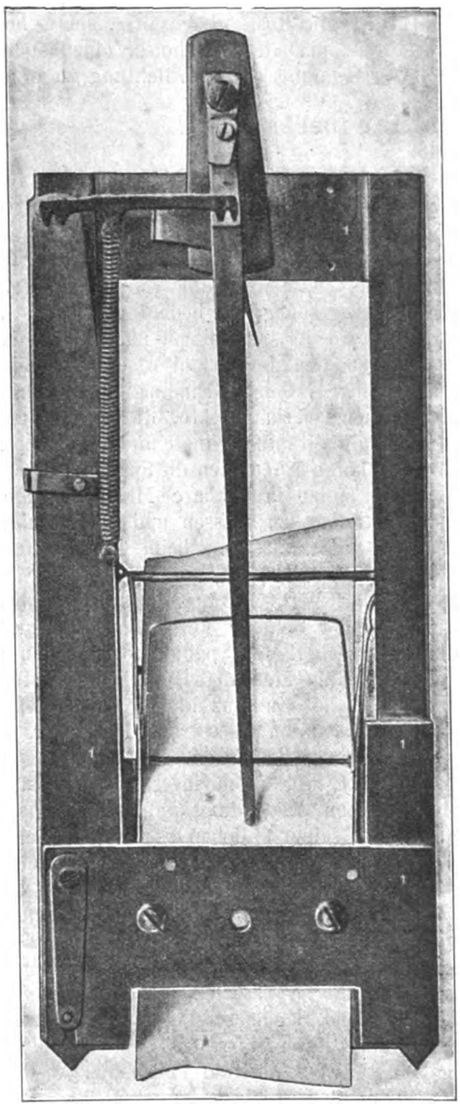


Abb. 1. Spannungs-Mefsgerät von Okhuizen.

aufgezeichnet zu bekommen, ist nach dem nebenstehenden, im Erdbebenwesen längst bekannten Schaubild (Abb. 2) zu beurteilen. Aus ihm geht hervor, dafs die Eigenschwingungszahl des Mefsgerätes und ihr Verhältnis zu der beobachteten Schwingungszahl eine ausschlaggebende Rolle spielt. Die ausgezogene, gekurvte Schaulinie stellt die Theorie, die punktierte Schaulinie die durch die Dämpfung gemilderte Wirklichkeit der Aufzeichnung durch das Mefsgerät vor. Wenn AB der wirkliche, vom Mefsgerät aufzuzeichnende Ausschlag ist, so entnehmen wir dem Schaubild, dafs nur in der Zone I dieser Ausschlag richtig oder wenigstens mit praktisch genügender Annäherung wiedergegeben wird. In der Zone II wird der Ausschlag völlig entstellt und in der Zone III überhaupt nicht wiedergegeben. Man rechnet, wenn man in der Ausübung 5 v. H. Ungenauigkeiten zuläfst, dafs die Zone I etwa $^1/_4$ des ganzen Abstandes AC, das ist der Eigenschwingungszahl des Mefsgerätes einnimmt. Nur in dieser kleinen Zone sind die Aufschreibungen richtig oder wenigstens annähernd richtig. Diese Zone steht in einem bestimmten Teilverhältnis zur Eigenschwingungszahl des Mefsgeräts. Damit tritt ein ganz neuer, bei unseren bisherigen statischen Messungen völlig unbekannter Gesichtspunkt in die Mefsgerätetechnik ein. Man mufs die

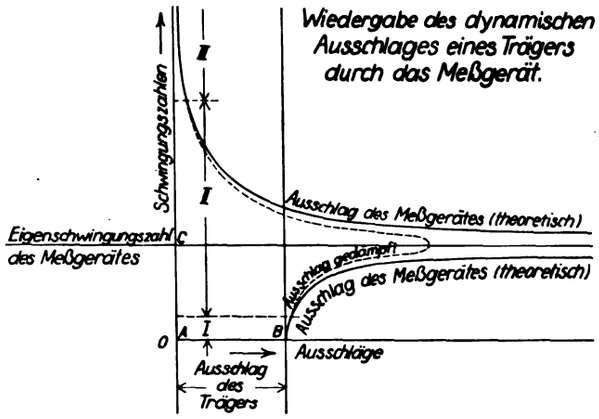


Abb. 2.

Eigenschwingungszahl des Mefsgerätes und den Bereich der zu beobachtenden Schwingungen kennen. Man mufs sich bei dynamischen Messungen recht wesentlich davon überzeugen, innerhalb welcher Schwingungszahlen das Gerät richtig arbeitet. Vor jedem Beginn von Messungen müfste immer die Eigenschwingungshäufigkeit des zu beobachtenden Gegenstandes, z. B. der Schiene, und zwar unter Umständen im lotrechten wie im wagrechten Sinne, und gleichzeitig die des Mefsgerätes im angeschraubten Zustande bestimmt werden, soferne man nicht von vornherein versichert sein kann, dafs sich die Messung im zulässigen Bereich bewegt. Bei der Auswertung der Schaubilder ist stets auf die beobachtete Schwingungszahl, die mit einigermafsen genügender Genauigkeit an den mit Zeitmarkierung versehenen Schaubildern mufs abgeschätzt werden können, und auf deren Verhältnis zur Zahl der Eigenschwingungen des Mefsgerätes Rücksicht zu nehmen. Wo die Schwingungszahl nicht innerhalb des Viertels der Eigenschwingungszahl zu liegen kommt, müssen die Werte mit einem Faktor verbessert oder überhaupt als unsicher bezeichnet werden. Hat man schon bei Brücken mit aufserordentlich hohen Schwingungszahlen unter dem Verkehr zu tun, so scheint dies beim Oberbau nach bisherigen Beobachtungen, mit der Geschwindigkeit der Verkehrslasten stark zunehmend, noch viel mehr der Fall zu sein. Man hat hier mit Schwingungen zu rechnen, die bei grofsen Geschwindigkeiten 10000 in der Minute weit überschreiten können und also Mefsgeräte voraussetzen, deren Eigenschwingungszahl etwa das Vierfache dieser Schwingungszahl beträgt. Versuche des Zentralamtes Berlin u. a. haben für den vorgenannten Okhuizen eine Eigenschwingungszahl von etwa 1750 in der Minute festgestellt. Es würde also Brauchbarkeit des Gerätes für Schwingungen nur bis zu 450 in der Minute gegeben sein. Daraus würde weiter die Unbrauchbarkeit des Okhuizenmefsgerätes für dynamische Messungen am Oberbau bei einigermafsen grofsen Verkehrsgeschwindigkeiten folgen unbeschadet der grofsen Bedeutung, die diesem kleinen Mefsgerät nach wie vor für statische Messungen zukommt. Nun darf man sich die dynamischen Schwingungen nicht etwa als einen einfachen einheitlichen Vorgang vorstellen. Diese Schwingungen setzen sich vielmehr zusammen durch gegenseitige Überlagerung einer ganzen Reihe von Schwingungen

Digitized by Google

verschiedener Häufigkeit, unter denen die statischen Ausschläge mit der Schwingungszahl 0 von vornherein eine hervorstechende Rolle spielen. Den letzteren können sich aber Schwingungen höheren Grades, Grund- und Oberschwingungen, noch überlagern und diese können ihrer Gröfse nach soweit ausschlaggebend sein, dafs sie das Bild der statischen Ausschläge wesentlich verändern oder gar bis zur Unkenntlichkeit entstellen.

Wenn bei Vorhandensein von Schwingungen grofser Häufigkeit mit einem ungeeigneten Mefsgerät zu geringer Eigenschwingungszahl gearbeitet wird, so greift man nicht nur in die falsche Zone II, sondern auch in die Zone des »Schweigens« ein, die etwa vom Doppelten der Eigenschwingungszahl des Mefsgerätes beginnt. Hier gibt das Mefsgerät überhaupt die Schwingungen nicht mehr an, weil die Masse des Mefsgerätes die Bewegung des zu untersuchenden Körpers nicht mehr mitmacht.

Oberingenieur Dr. Geiger der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg ist, zunächst von Bedürfnissen des Maschinenfaches ausgehend, mit einem Universalmefsgerät hervorgetreten, das diesen neuen dynamischen Gesichtspunkten Rechnung zu tragen sucht. Die dynamischen Formänderungen werden hierbei mittels einer selbsttätigen, durch Uhrwerk getriebenen Schreibvorrichtung aufgezeichnet, deren Ablaufgeschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen, bis zu 13 m Streifenlänge in der Minute und darüber, eingestellt werden kann. Das Mefsgerät ist in seiner Entwicklung noch nicht abgeschlossen und es läfst sich vor allem wohl jetzt schon annehmen, dafs das Gerät den Besonderheiten der einzelnen Beobachtungsgebiete an Brücken, Oberbau usw. entsprechend Sonderformen annehmen wird. Die an Brücken angestellten Erhebungen des Zentralamtes an dem diesem seinerzeit vorgelegenen Dr. Geigerschen Mefsgerät liefsen bei 112,5 facher Vergröfserung auf eine Eigenschwingungszahl des Mefsgeräts von beiläufig 40000*) in der Minute schliefsen. Die Abb. 3 zeigt das Geigersche Mefsgerät in allerdings künftig vielleicht nicht mehr mafsgebender Form in seiner Anwendung auf eine Brückenmessung.

Da, wie gesagt, grofse Zweifel bestanden, ob das Okhuizenmefsgerät insbesondere bei grofsen Zuggeschwindigkeiten die Formänderungen am Oberbau richtig aufzeichne, entschlofs sich der Oberbauausschufs des V. D. E. V. zu Vergleichsbeobachtungen unter Verwendung des Okhuizen und des Dr. Geigerschen Mefsgeräts. Die Versuche wurden teils bei Bobingen in der Nähe von Augsburg, teils bei Freising vorgenommen, und zwar derart, dafs an der einen Schiene eines Gleises das Okhuizensche und an der gegenüberliegenden Schiene des gleichen Gleises im gleichen Schwellenfach das Dr. Geigersche Mefsgerät am Schienenfufs, also einseitig, immer nach aufsen, angebracht wurde. Beide Mefsgeräte messen gleichmäfsig die Spannung im Schienenfufs etwa 4 mm über Schienenunterkante. Das Gleis wurde bei Bobingen mit Dampflokomotive, bei Freising mit elektrischer Lokomotive, diese bei den grofsen Geschwindigkeiten gefolgt von einer Reihe von Wagen, befahren. Es ergaben sich sonach annähernde Vergleichsmöglichkeiten. Von den Schaubildern sollen hier einige bezeichnende wiedergegeben werden und zwar aus den zeitlich letzten Versuchen bei Freising entnommen. Die ganzen Versuche bildeten erst eine Reihe der Entwicklung und erfuhren fortgesetzte Änderungen und Verbesserungen. Man suchte zunächst aus naheliegenden Gründen die auf verschiedene Vergröfserung einstellbare Dr. Geigersche Vorrichtung mit möglichster Vergröfserung arbeiten zu lassen. Da sich die Schwingungszahlen am Oberbau aber als ungeahnt grofs, bei den Bobinger Versuchen bis über 18000 in der Minute ergaben und anderseits die Eigenschwingungszahl des Dr. Geigerschen Mefsgeräts mit der Zunahme der Vergröfserung verhältnisgleich abnimmt, so kam man im Verlauf der Versuche darauf, von der ursprünglich 179 fachen Vergröfserung bei 197 mm Mefslänge zurückzugehen und sich mit einer 55 fachen Vergröfserung zu begnügen. Es wäre erwünscht, mit der Mefslänge am Oberbau noch weiter herunterzugehen, allein die Ausschläge werden hier schon zu klein und die Möglichkeit der Vergröfserung ist nach obigem begrenzt. Man wird also wohl immer auf einen Ausgleich in diesem Punkte angewiesen sein. Abgesehen davon, dafs die Freisinger Versuche am 3. XII. 25 die in der Entwicklung vorgeschrittensten waren, waren sie auch sonst dadurch merkwürdig, dafs sie verhältnismäfsig störungsfrei verliefen, was bei einer Kälte von etwa 7° und Schneefall für das etwas feine Dr. Geigersche Mefsgerät ganz besonders anzuerkennen ist. Den hervorstechendsten Teil dieses Mefsgerätes bildet nämlich ein besonders massearmer, als Drahtfachwerk ausgebildeter, aufserordentlich biegungsfester, kleiner Schreibhebel, in dessen einem als feinstes Kapillarröhrchen ausgebildetem Gurt die Schreibflüssigkeit aufsteigt, um an der Austrittstelle

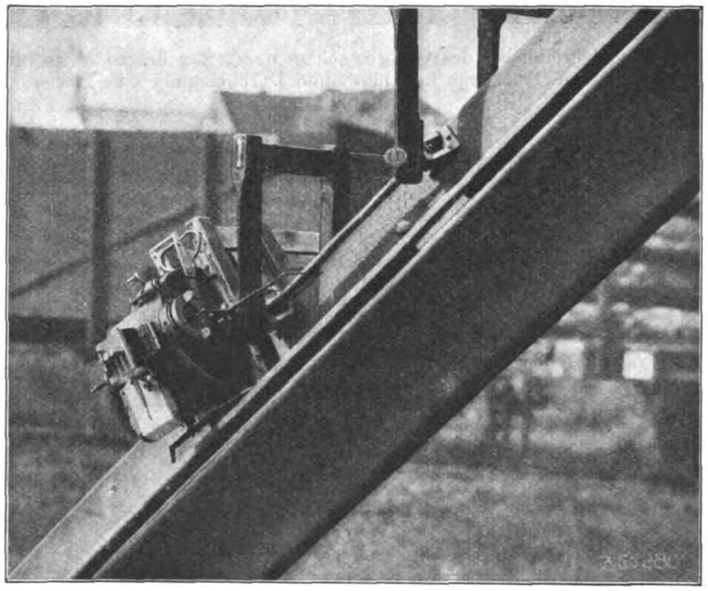


Abb. 3. Dr. Geigersches Mefsgerät bei einer Spannungsmessung an einer Brücke.

lediglich mit der Reibung einer kleinsten Flüssigkeitskuppe das Schaubild aufzuzeichnen. Der Geigerschen Schreibvorrichtung wird auch sonst bei aller Feinheit eine verhältnismäfsige aufserordentliche Unempfindlichkeit nachgesagt. Es soll vorgekommen sein, dafs das Gerät über Nacht stehen blieb und dafs die Versuche erst am nächsten Morgen wieder aufgegriffen wurden, ohne dafs ein Versagen des Schreibhebels eintrat. Ebenso wurde das Gerät auf der Hochdruckseite von Dampfturbinen bei aufserordentlicher Hitze angewendet, ohne dafs auch bei längerer Benützung ein Versagen eintrat. Abb. 4 zeigt den Schreibhebel bei einer Probe auf seine Biegungsfestigkeit. Das Gewicht des Schreibhebels beträgt einschliefslich Tintengefäfs 1,9 bis 2,0 g. Die Länge des Zeigers vom Drehpunkt bis zur Schreibspitze ist 76 mm. Der Schwerpunkt des Zeigers liegt 7 mm vom Drehpunkt.

Die nebenstehenden Abbildungen 5a und 5b, 6a und 6b geben auf gleiche Länge und gleichen Spannungsmafsstab umgezeichnet solche Vergleichsbilder bei einer Geschwindigkeit von 22 km/Std. und 48,5 km/Std. Dem Umstand, dafs der Streifen des Okhuizen nur von Hand gezogen wird, dafs also die Okhuizenschaubilder keinerlei Schlufs auf die Längenmafse

*) Mit neueren Geigerschen Geräten sollen bis zu 25600 Schwingungen in der Minute zuverlässig aufgenommen worden sein. Es würde dies auf eine ganz ungeheure Eigenschwingungszahl schliefsen lassen.

Digitized by Google

zulassen, wurde dadurch Rechnung getragen, dafs die in der Zugfolge äufsersten Lasten, so wie sie sich in den Schaubildern mit Annäherung annehmen lassen, genau unter den betreffenden, durch Zeitmarkierung festgelegten Lastpunkten des Geigerschen Schaubildes eingetragen und die Zwischenlasten in Abständen gleichmäfsiger Verteilung nach Mafsgabe des Okhuizenschaubildes eingezeichnet wurden. Irgend welche Möglichkeiten des Voreilens der Last vor der Formänderung blieben dabei also unberücksichtigt. Damit bleibt natürlich die Unregelmäfsigkeit der Streifengeschwindigkeit beim Okhuizen unberührt, allein es erschien dieser Weg immerhin einwandfreier, als das ganze Okhuizenschaubild auch durch Verschiebung der Zwischenlastpunkte zu entstellen.

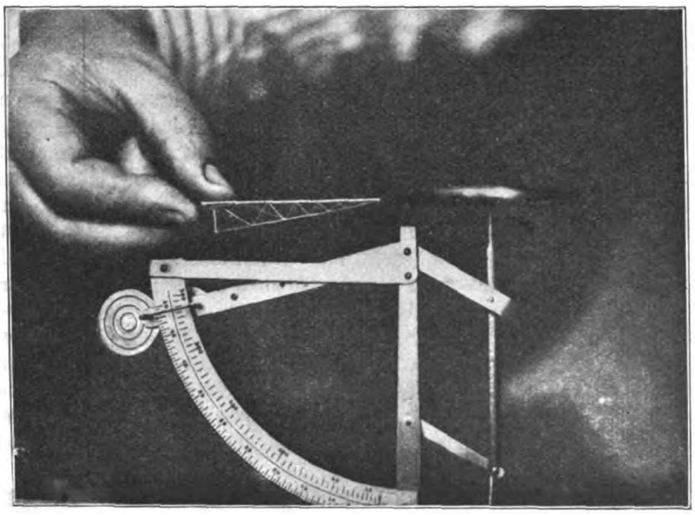


Abb. 4. Schreibhebel des Geigerschen Mefsgeräts drückt mit seiner Spitze auf eine Briefwage und hält ohne Durchbiegung eine Belastung von 240 g aus.

Man erkennt, dafs sich die beiden Bilderpaare bei diesen geringeren und mittleren Geschwindigkeiten in grofsen Zügen noch ziemlich gleichen. Das Okhuizenbild hat glattere Linien, während das Geigersche mit der Geschwindigkeit zunehmend hier schon durchlaufend die Überlagerung kleiner Oberschwingungen erkennen läfst. Abb. 5a des Geiger ist mit einer zu geringen Papierstreifengeschwindigkeit aufgenommen, weshalb die Schwingungsaufzeichnung ineinander fliefst.

Die bei weiteren Zwischengeschwindigkeiten aufgenommenen Bilder möchten hier übergangen werden. Als Schlufsbild soll gleich Abb. 7a und 7b bei 90 km/Std. Geschwindigkeit vorgeführt werden. Die beiden Bilder des Okhuizen und Geiger sind hier von Grund aus verschieden und überhaupt nicht mehr zu vergleichen. Während Okhuizen nach wie vor in glatten Linien zeichnet und die einzelnen Lasten noch deutlich erkennen läfst, ergibt sich beim Geiger ein Gewirr von Überlagerungen und Oberschwingungen, die die einzelnen Lastpunkte unkenntlich machen würden, wenn nicht beim richtigen Arbeiten der dem Geigerschen Gerät eigenen Zeitmarkierung das Bestimmen der Lastpunkte annähernd ermöglicht würde. An dem Geigerschen Schaubild kann die zur Beurteilung der Zuverlässigkeit der Aufzeichnung und der Ursachen der dynamischen Erscheinungen mafsgebende minutliche Schwingungszahl festgestellt werden. Ein Vergleich der beiden Schaubilder nach Okhuizen und Dr. Geiger gibt uns eine Ahnung, was das dynamisch nicht eingestellte Okhuizenmefsgerät alles »verschweigt«. Es scheint wenig mehr als die statischen Spannungen wiederzugeben und

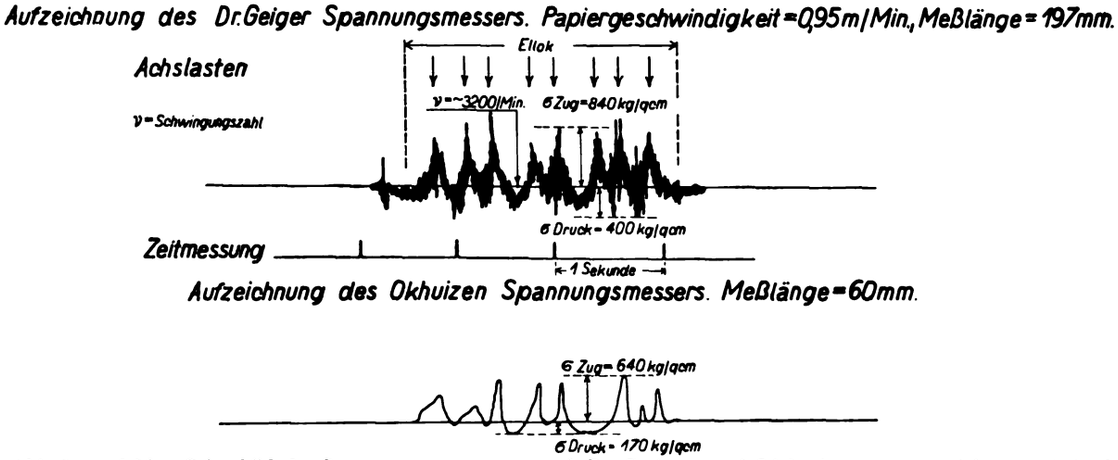


Abb. 5a und 5b. Schaubild der Spannungsmessungen nach Dr. Geiger und Okhuizen, umgezeichnet auf gleiche Länge und gleichen Spannungsmafsstab. Zugzusammensetzung: Ellok. allein, Geschwindigkeit 22 km/Std. Fahrtrichtung Freising—München.

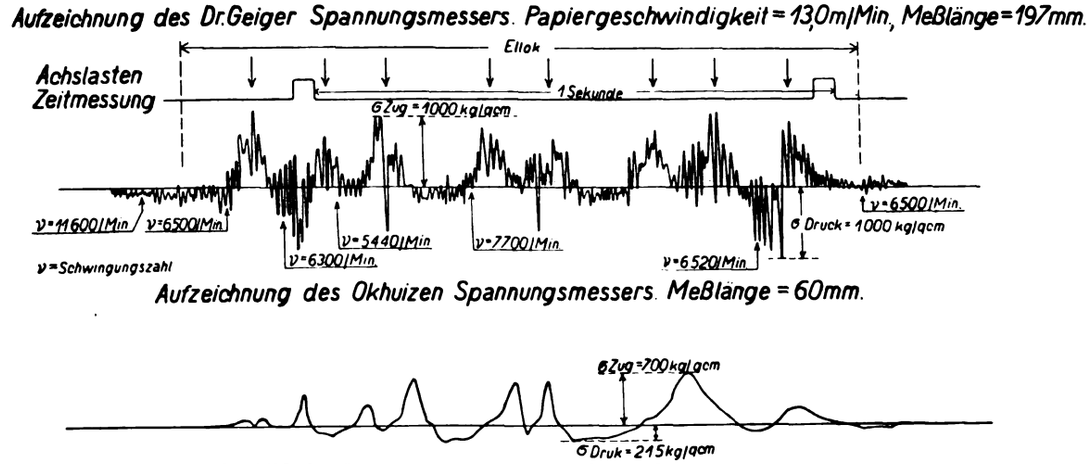


Abb. 6a und 6b. Schaubild der Spannungsmessungen nach Dr. Geiger und Okhuizen, umgezeichnet auf die gleiche Länge und den gleichen Spannungsmafsstab. Zugzusammensetzung: Ellok allein, Geschwindigkeit 48,5 km/Std. Fahrtrichtung Freising—München.

Digitized by Google

auf die Schwingungen wenig oder garnicht anzusprechen. Dabei ist noch hervorzuheben, dafs beim Okhuizen bei dynamischen Messungen der Einflufs der Bleistiftreibung wie auch der Anpressungsdruck in den Gelenken seinen Einflufs üben mufs. Der verwendete, aus einer elektrischen Lokomotive, einem Pack-, einem Salon- und einem Heizwagen bestehende Lastenzug ist in Abb. 8 ersichtlich gemacht. Bei den Versuchen Abb. 5a und 5b, 6a und 6b ist nur die elektrische Lokomotive ohne Anhang verwendet worden.

sollte daher im wesentlichen Zugspannungen erwarten. Das ist auch bei geringen Geschwindigkeiten der Fall, ändert sich aber überraschenderweise mit zunehmenden Geschwindigkeiten immer mehr zugunsten von Druckspannungen und zwar in ungleichem Mafse beim Okhuizen und Dr. Geiger, bei welch' letzterem die Druckspannungen weit gröfser werden als bei ersterem. Es ist nachstehend die nach dieser Richtung aufgestellte Tabelle der Gröfstdruck- und -zugwerte σ_D und σ_Z beider Mefsgeräte bei allen Freisinger Versuchen wiedergegeben.

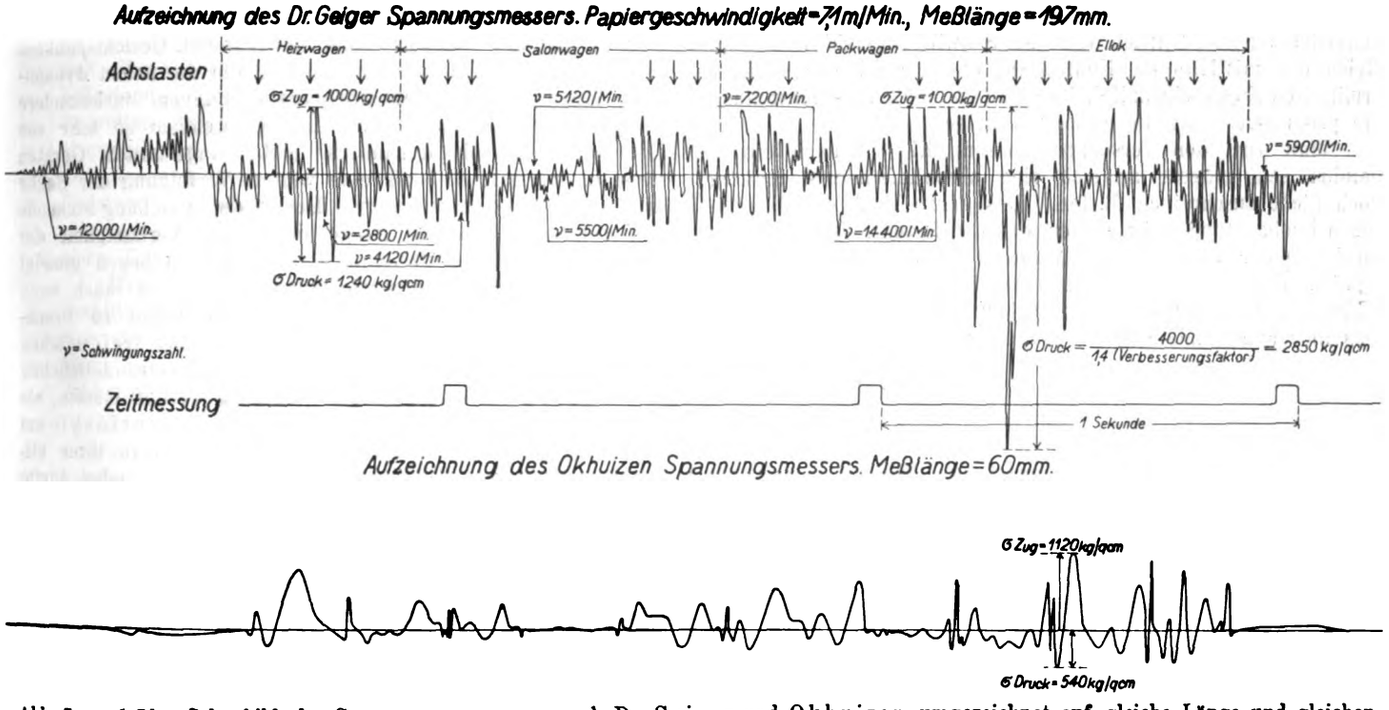


Abb. 7a und 7b. Schaubild der Spannungsmessungen nach Dr. Geiger und Okhuizen umgezeichnet auf gleiche Länge und gleichen Spannungsmafsstab. Zugzusammensetzung: Ellok., Packwagen, Salonwagen. Heizwagen. Zuggeschwindigkeit 90 km/Std. Fahrtrichtung: München—Freising.

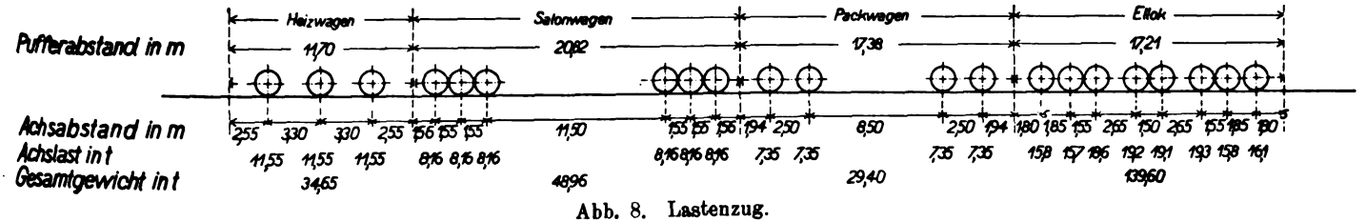


Abb. 8. Lastenzug.

Bei grofsen Geschwindigkeiten tritt beim Geigerschen Schaubild, das zum Unterschied vom Okhuizen auch die Schwingungen grofser Häufigkeit aufzeichnet, die Wirkung der Lasten selbst fast völlig zurück. Es scheint damit auch am Eisenbahnoberbau das hervorzutreten, worauf bei Brücken in ausländischem Schrifttum*) schon aufmerksam gemacht worden ist, dafs nämlich Überlagerung der Gegenwirkungen des Oberbaues über die Lastwirkungen durch eine Erscheinung eintritt, die als »Phasenverschiebung« bezeichnet wird. Damit tritt in die Auffassung dynamischer Erscheinungen an Trägern an erste Stelle der Träger selbst und nicht die Last. An Fachwerkbrücken können die möglichen Wege und Aufenthalte der Gegenwirkungen in Knotenpunkten usw. einigermafsen klar verfolgt werden. Das Gleiche ist am Oberbau nicht der Fall. Gleichwohl scheint auch hier die Erscheinung der Phasenverschiebung zur Verwischung der Lastwirkungen zu führen.

Die Mefsgeräte sind am Schienenfufs angebracht und man

*) Ein aus russischen Quellen geschöpfter Bericht dürfte demnächst in „Der Bauingenieur" erscheinen.

Messung	Geschwindigkeit km/Std.	Okhuizen σ_D kg/cm²	Okhuizen σ_Z kg/cm²	Dr. Geiger σ_D kg/cm²	Dr. Geiger σ_Z kg/cm²
I	14,8 (15)	versagt		200	700
II	13,7 (15)	versagt		200	700
III	22 (30)	170	640	400	840
IV	37 (30)	160	625	860	800
V	45 (48,5)	215	700	1000	1000
VI	45 (48,5)	versagt		715	880
VII	60 (62)	230	800	1500	860
VIII	60 (61)	265	900	1430	960
IX	90 (90)	530	680	2070 (?)	1030
X	90 (90)	540	1120	2850 (?)	1000

Bei Geiger wird bei ganz grofsen Geschwindigkeiten die Erscheinung so auffällig, dafs es zweckmäfsig schien, den Vorbehalt weiterer Verfolgung der Sache durch Anfügung von Frage-

Digitized by Google

zeichen anzudeuten. Jedenfalls sind diese Werte vorerst mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten, wie denn bei der Neuheit des ganzen Gebietes der dynamischen Spannungsmessungen an sich, zumal in der Anwendung auf Eisenbahnoberbau, die Verläfslichkeit der absoluten Höchstwerte nicht zu sehr in den Vordergrund gerückt werden möchte. Wichtiger erscheint es zunächst, den ganzen Verlauf der Spannungsbilder zur vollständigen Klarstellung der Ursachen der dynamischen Erscheinungen festzustellen und sich insbesondere über die Höhe der Schwingungszahlen ein richtiges Bild zu verschaffen. Die Schwingungsfestigkeit der verschiedenen Baustoffe ist ja bekanntlich aufserordentlich von der Schwingungszahl abhängig. Neben den mit Hilfe der Kontrolluhr und der Geigerschaubilder ermittelten Zuggeschwindigkeiten sind in der Zusammenstellung die programmäfsigen in Klammern beigegeben.

Man wird den Versuchen, so sorgfältig sie auch durchgeführt sein mögen, an sich eine abschliefsende Bedeutung noch nicht zuschreiben dürfen. Das ganze Feld der dynamischen Beobachtungen ist so neu und unerforscht, dafs hier erst im Laufe der beschriebenen Versuche Erfahrungen gesammelt wurden, die offenbar noch nicht abgeschlossen sind. Vor allem fehlte ein eigens für den Zweck gebautes Geigersches Mefsgerät. Das hier angewendete Gerät war nichts anderes als eine erste Anpassung bisheriger Geräteausbildung an den vorliegenden Sonderfall der Beobachtung am Oberbau. Bekanntlich hat das Zentralamt der Reichsbahn vor geraumer Zeit ein Preisausschreiben für Brückenmefswerkzeuge erlassen, dessen Einreichungstermin am 1. April 1926 abgelaufen ist. Welche Fortschritte und Verbesserungen an Mefswerkzeugen dieses Preisausschreiben allgemein bringen wird, läfst sich noch nicht voraussehen. Es ist anzunehmen, dafs von diesem unmittelbar auf Messsungen an Brücken zugeschnittenen Preisausschreiben auch künftige Oberbaumessungen Vorteile werden ziehen können. Es läfst sich noch nicht voraussehen, ob nicht eine Anpassung der für Brückenmessungen gewonnenen dynamischen Mefswerkzeuge an die Sonderverhältnisse des Eisenbahnoberbaues noch besonders wird herbeigeführt werden müssen. Vermutlich wird z. B. ein Dr. Geigersches Sondermefsgerät für Oberbaumessungen sich in wesentlich leichterem Gewicht ausführen lassen als die bisherige, zunächst auf Brückenmessungen zugeschnittene Form. Das wird auch wieder günstig auf die Höhe der Eigenschwingungshäufigkeit einwirken.

Es mag für die Oberbaufachwelt von Wert sein, zu erfahren, auf welchen Wegen neuere Oberbauforschungen sich bewegen und mit welchen bisher unbekannten Gesichtspunkten sie sich befassen müssen. Die Bilder, die die neuen dynamischen Messungen der Oberbaubeanspruchungen, insbesondere bei grofsen Geschwindigkeiten, liefern, weichen so sehr von bisherigen, die mit dynamisch nicht eingestellten Geräten gewonnen wurden, ab, dafs eine weitere Verfolgung der Sache sich nicht wird umgehen lassen. Der in der Ausübung Stehende wird abgesehen von der Frage der vollen Verlässigkeit der neuen dynamischen Aufzeichnungen Zweifel zu hegen geneigt sein, ob denn diese aufgezeichneten Spannungen, auch wenn sie tatsächlich auftreten, bei der Kürze der Zeit zu Bruchwirkungen führen können. Die Verlässigkeit der Geigerschen Aufzeichnungen dürfte man um so mehr einer grundsätzlichen Überprüfung im Versuchstand unterworfen werden müssen, als diese Aufzeichnungen auch zu den von Wasiutiński auf dem Weg des Lichtbildverfahrens gewonnenen in ihrer allgemeinen Form in auffälligem Gegensatz stehen. Dabei dürfte allerdings in Frage zu stellen sein, ob in dynamischem Sinne selbst die Aufstellung der Wasiutyńskischen Lichtbildervorrichtungen auf metertiefen Grundstützen bei der bekannten Fernwirkung der Erschütterungen diese Vorrichtungen völlig vor Eigenschwingungen gesichert haben mag.

Elektrische Erwärmung von Radreifen für Lokomotiven und Wagen.

Von Dipl.-Ing. **Winfried Draeger.**

Die einer starken Abnutzung unterliegenden Radreifen der Lokomotiven und Wagen müssen von Zeit zu Zeit bei der Ausbesserung der Fahrzeuge in den Eisenbahnwerken erneuert werden. Die neuen Reifen mit 900 bis 2000 mm Laufkreisdurchmesser werden um das sogenannte Schrumpfmafs, etwa 1 mm auf 1000 mm Durchmesser, kleiner ausgebohrt und in warmem Zustande auf den Radstern aufgezogen. Ein eingelegter Sprengring sichert den Reifen für den Fall des Losewerdens oder Springens vor dem Herunterfallen. Das verhältnismäfsig grofse Schrumpfmafs erfordert eine sehr gleichmäfsige Erwärmung des Reifens, damit er auch in gedehntem Zustande rund bleibt. Es genügt dann, die Temperatur auf 150 bis 200° C zu bringen, während bei ungleichmäfsiger Erwärmung bedeutend stärker erhitzt werden mufs, um an der engsten Stelle den erforderlichen Durchmesser zu bekommen.

Die Erwärmung der Radreifen in den älteren Eisenbahnwerken und privaten Radsatzwerkstätten erfolgt im allgemeinen durch Gasflammen, die auf den Umfang des Reifens möglichst gleichmäfsig verteilt werden. Der Reifen ruht dabei auf einer Unterlage aus feuerfestem Stoff. Hat er den erforderlichen grofsen Durchmesser angenommen, so wird sofort nach Beseitigung der Brenner die Achse mit dem Radstern hineingesetzt. Statt der Gasbrenner sind auch stellenweise Ölbrenner in Benutzung. Die Gas- und Ölbeheizung hat den Nachteil, dafs nur ein geringer Betrag der Wärme tatsächlich an den Reifen abgegeben wird. In der Hauptsache tritt die Wärme in den umgebenden Raum und bewirkt eine unangenehme Temperaturerhöhung. Die Ölbrenner führen aufserdem zu einer starken Rauch- und Geruchsbelästigung. Die ungünstige Wirkung der hohen Flammentemperatur auf den Radreifenbaustoff wird weiter unten besprochen.

Schon vor einiger Zeit ging man in der Schweiz dazu über, die Erwärmung der Radreifen auf elektrischem Wege auszuführen. Die Vorteile der elektrischen Erwärmung liegen in dem Fortfall jeder Wärme- und Rauchbelästigung. Der Betrieb ist einfach und sauber, die Anlage stets betriebsbereit und fast ohne Abnutzung. Die Erwärmung des Reifens erfolgt von innen heraus und daher vollkommen gleichmäfsig. Keinerlei Überhitzung beeinflufst den Radreifenbaustoff ungünstig. Die

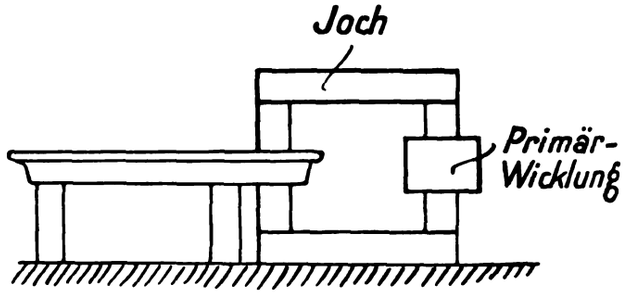


Abb. 1.

zu erreichende Temperatur läfst sich durch Abgrenzung von Zeit und Strom genau einhalten.

Die von den beiden Schweizer Firmen Örlikon und Sécheron ausgeführten elektrischen Radreifenanwärmevorrichtungen arbeiten nach dem Verfahren der induktiven, also mittelbaren Stromzuführung. Der den Radreifen durchfliefsende und ihn erwärmende Strom wird allein durch Induktion in dem eine geschlossene Wicklung bildeten Reifen erzeugt (Abb. 1). Das obere Joch des Magnetkörpers ist beweglich eingerichtet, und zwar

Digitized by Google

kann es bei der Bauart Örlikon um den einen Schenkel gedreht, bei der Bauart Sécheron durch eine Paralellführung nach hinten verschoben werden. Der Radreifen wird über einen der beiden Schenkel hinübergeschoben und durch Auflegen des Joches der magnetische Kraftlinienschlufs wieder hergestellt.

Die Bauart der elektrischen Radreifenwärmer mit mittelbarer Stromzuführung ist an sich einfach, doch haften ihr eine Anzahl erheblicher Nachteile an. Da der Anschlufs dieser Radreifenwärmer nämlich einphasig erfolgen mufs, tritt bei gröfseren Leistungen eine sehr ungünstige Belastung der einen Phase des Drehstromnetzes ein. Die Leistungsaufnahme wird daher im allgemeinen nicht über 60 kVA gesteigert. Damit erhöht sich aber wieder bei gröfseren Radreifen die Erwärmungszeit bedeutend. Bei diesen Bauarten ist es ferner notwendig, den Radreifen nach der Erwärmung und nach Beseitigung des oberen Joches zunächst von der Vorrichtung herunter zu heben und ihn auf eine besondere Unterlage zu legen, damit der Radstern eingesetzt werden kann. In der für das Umsetzen erforderlichen Zeit verliert der Radreifen aber bereits wieder einen Teil seiner Wärme.

Mit der Ausdehnung der Grofskraftversorgung und der Verbilligung der Strompreise ging man auch in Deutschland immer mehr zur Anwendung elektrischer Erwärmungsvorrichtungen über. Einige Betriebe verwendeten auch schon frühzeitig die Schweizer Bauarten zur elektrischen Erwärmung von Radreifen.

Zur Vermeidung der Nachteile, die den elektrischen Radreifenerwärmern mit mittelbarer Stromzuführung anhaften, wurde vom Verfasser nachstehend beschriebene Radreifenanwärmevorrichtung*) entworfen. Dabei wurde von der rein induktiven Erwärmung abgegangen und unmittelbar niedergespannter Strom aus einem besonderen Transformator dem Radreifen zugeführt. Wenn auch dieses Verfahren in der Erwärmungstechnik in gröfstem Umfange angewandt wird, so war doch seine Übertragung auf die Radreifenerwärmung erst nach Überwindung verschiedener Schwierigkeiten möglich. Die Vorrichtung hat sich vom ersten Tage an bewährt und ist im Eisenbahnwerk Brandenburg-West seit über einem Jahr in Betrieb. Die Anlage wurde angelegt für eine gröfste Drehstromleistung von 170 kVA, entsprechend der Erwärmung eines Radreifens von etwa 2000 mm Durchmesser auf 170 bis 180° C in 25 Minuten.

Abb. 2 zeigt eine Ansicht der Anlage. Aus einem Drehstromtransformator wird dem Radreifen an drei um 120° versetzten Stellen Strom geringer Spannung zugeführt. Der Transformator ist primär mit Anzapfungen versehen, so dafs die Belastung beliebig eingestellt werden kann. Da zur Erleichterung des Einsetzens des Radsternes der Radreifen zweckmäfsig dicht über dem Erdboden liegt, befindet sich der Transformator in einer Grube, die mit Bohlen abgedeckt ist.

Der Drehstrom-Öltransformator besitzt sechs Anzapfungen je Phase, die zu dem an der Wand stehenden Schaltgerüst geführt sind. Mittelst des Stufenschalters kann das Übersetzungsverhältnis von 1 : 70 bis 1 : 45 geändert werden. Die im Dreieck geschalteten Sekundärwicklungen mit je einer Windung sind mittelst beweglicher Verbindungen an die drei aufsteigenden Kupferschienen angeschlossen, die mit den wagrecht angeordneten Elektroden in Verbindung stehen. Um bei längerem Betriebe eine zu starke Erwärmung der Elektroden durch Wärmeübergang zu vermeiden, sind sie mit Wasserkühlung versehen.

Bei den bekannten Erwärmungsvorrichtungen mit unmittelbarem Stromübergang wird eine gute Berührung stets dadurch erreicht, dafs die Klemmbacken durch starken Schraubendruck fest auf das Werkstück gepreifst werden. Aufserdem handelt es sich in den meisten Fällen um nur zwei Einspannstellen, die stets in einer Ebene liegen. In vorliegendem Falle dagegen mufste gefordert werden, dafs drei starre Berührungsstellen mit einem nicht ganz ebenen Werkstück bei nur geringem Anpressungsdruck, entsprechend dem Eigengewicht des Radreifens, einen zuverlässigen Stromübergang vermitteln. Eine örtliche Überhitzung durch zu hohen Übergangswiderstand würde zum Krummwerden des Reifens führen und mufs unter allen Umständen vermieden werden. Diese Bedingung wird dadurch erfüllt, dafs ein Bleiblech von etwa 2 mm Stärke zwischen die Kontaktstellen gelegt wird. Dieses füllt infolge seiner Nachgiebigkeit alle Unebenheiten aus und führt einen guten Stromübergang herbei. Der Radreifen wird vor dem Auflegen an den Berührungsstellen durch Abschmirgeln mittelst Handschleifapparat von seiner Walzhaut befreit. Sollte noch an irgend einer Berührungsstelle die Stromdichte zu hoch werden, so wird das Blei weich und die Auflagerfläche vergröfsert sich selbsttätig. Da die Stromzuführungen gekühlt sind, tritt selbst bei Erhitzung des Radreifens auf 300° C ein Schmelzen der Bleiplatten nicht ein. Erst diese einfache Lösung ermöglichte es, mit der unmittelbaren Erwärmung einen brauchbaren Betrieb bei grofsen Leistungen durchzuführen.

Die Erhitzung des Radreifens erfolgt auch bei unmittelbarer

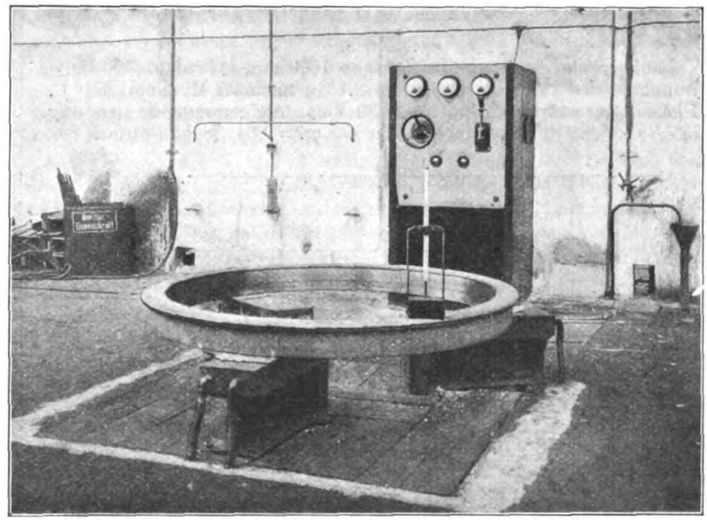


Abb. 2. Ansicht der Anlage.

Stromzuführung von innen heraus, so dafs eine vollständig gleichmäfsige Ausdehnung eintritt. Durch die Anwendung der Drehstromerwärmung kann die Belastung beliebig hoch genommen werden, ohne dafs das Netz irgend wie Schaden darunter leidet. Da eine Festspannung des Radreifens nicht notwendig ist, bleibt der Innenraum frei und der Radstern kann sofort nach beendeter Erwärmung hineingesetzt werden, ohne dafs zuvor der Radreifen umgelegt zu werden braucht.

Um Wirbelstrombildung zu verhindern, sind alle Eisenkonstruktionsteile durch isolierende Zwischenlagen elektrisch und magnetisch voneinander getrennt. Der Rahmen aus Walzeisen, auf dem die Elektroden unter Vermittlung ölgetränkter Hartholzunterlagen aufliegen, kann zum Herausnehmen des Transformators nach Lösen einiger Schrauben aus der Grube entfernt werden.

Wie schon vorstehend erwähnt, läfst die unmittelbare Stromerwärmung eine sehr erhebliche Leistungssteigerung zu. Die folgenden Schaubilder (Abb. 3 und 4) zeigen die Erwärmung von Radreifen verschiedener Innendurchmesser. Man sieht, dafs gerade bei grofsen Reifendurchmessern infolge erhöhter Leistungsaufnahme die Anwärmezeit erheblich herabgesetzt werden kann. Ein Radreifen von 1750 mm Durchmesser und 600 kg Gewicht wird zum Beispiel auf Stufe 5 in 25 Min. auf 200° C erwärmt.

*) D. R. P. angemeldet.

Digitized by Google

Es werden dazu 28 kWh verbraucht, die Ausdehnung beträgt dann 2,44 ‰, die Leistungsaufnahme 140 kVA und die Phasenverschiebung cos $\varphi = 0{,}48$.

Die Abb. 3 und 4 stellen keine Höchstleistungen dar, sondern sind bei Belastungen aufgenommen, wie sie der Betrieb gewöhnlich anwendet. Der Wirkungsgrad der ganzen Erwärmungsanlage läfst sich auch noch dadurch verbessern, dafs der Reifen während der Erwärmung durch isolierende Hauben gegen Ausstrahlung geschützt wird.

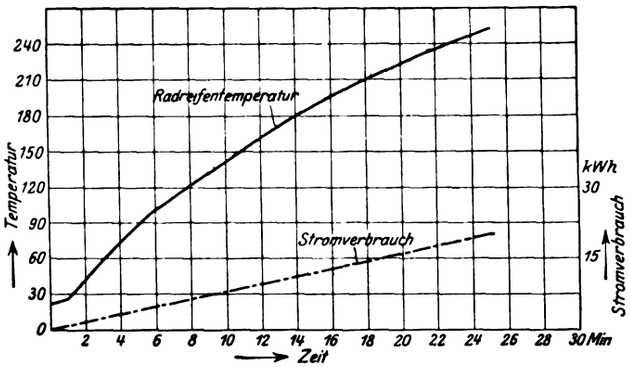


Abb. 3.
Laufkreisdurchmesser des Reifens 1000 mm. Gewicht 300 kg. Zunahme des Innendurchmessers 2,1 ‰ nach 25 Min. bei 250° C. Phasenstromstärke 82 Amp. bei 530 Volt. Aufgenommene Leistung 75 kVA. Phasenverschiebung cos $\varphi = 0{,}64$. Schaltstufe 1.

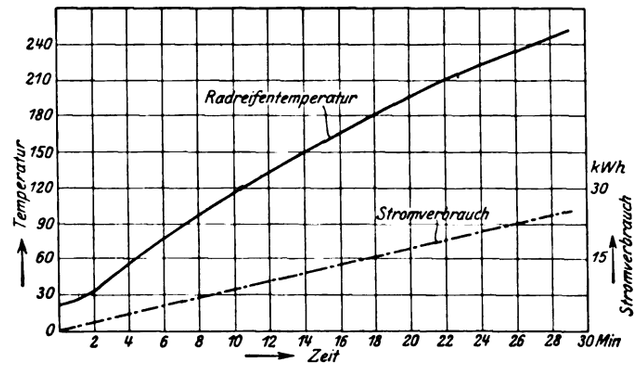


Abb. 4.
Laufkreisdurchmesser des Reifens 1350 mm. Gewicht 400 kg. Zunahme des Innendurchmessers 2,5 ‰ nach 28 Min. bei 250° C. Phasenstromstärke 99 Amp. bei 530 Volt. Aufgenommene Leistung 91 kVA. Phasenverschiebung cos $\varphi = 0{,}57$. Schaltstufe 3.

Da bei elektrischer Erwärmung die Temperatur im Innern des Baustoffes höher ist als aufsen, wurde der Versuchsreifen mit einer Bohrung versehen und in diese das Thermometer eingeführt. Das in Abb. 2 gezeigte Aufsetzthermometer dient nur dazu, den durch Versuche ermittelten oberen Grenzwert anzugeben. Eine absolute Messung ist auf diesem Wege nicht möglich.

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der elektrischen Radreifenerwärmung sind in erster Linie die ganz erheblichen allgemeinen Vorteile gegenüber der Feuererhitzung zu berücksichtigen, die sich nicht so ohne weiteres in Mark und Pfennigen ausdrücken lassen. Die Stromkosten spielen demgegenüber eine untergeordnete Rolle. Die Vorzüge, wie vollkommen gleichmäfsige Erwärmung, Vermeidung örtlicher Überhitzung und Veränderung des Baustoffes durch Einwirkung der Flamme, beste Wärmeausnutzung, keine Belästigung des Personals durch heifse Gase, Geruch und Geräusch, einfache Bedienung, sind so grofs, dafs die elektrische Radreifenerwärmung unter allen Umständen gewinnbringend ist. Insbesondere im Hinblick auf die neuen hochwertigen Reifenbaustoffe, die eine gleichmäfsige Wärmebehandlung verlangen, wird die elektrische Erwärmung stets überlegen bleiben.

Dafs selbst bei den hohen Zinssätzen, wie sie heute noch überall bestehen, die elektrische Erwärmung mit unmittelbarer Stromzuführung auch zahlenmäfsig noch recht günstig gegenüber der Erwärmung mit Gas und Öl abschneidet, soll an folgender Zusammenstellung gezeigt werden. Dabei sind die Zinsen für den Mehrbedarf an Anlagekapital für die elektrische Einrichtung mit 7 % angenommen. Für die Rücklagen sind 1 % eingesetzt. Als tägliche Durchschnittsleistung ist die Erwärmung von vier Radreifen von 1350 mm Durchmesser zugrunde gelegt. Die Instandhaltungskosten sind in allen Fällen als gleich vorausgesetzt. Es wurde mit einem Kraftstrompreis von 8 Pf./kWh gerechnet, der wohl in den meisten Fällen erreichbar sein dürfte.

Mehranlagekosten einer elektrischen Radreifenanwärmevorrichtung für Drehstromanschlufs und 170 kVA Dauerleistung 7000,— ℳ, Verzinsung und Rücklagen 8 % 560,— ℳ. Erwärmt werden in einem Jahr $51 \times 6 \times 4 = 1220$ Radreifen. Es entfallen demnach auf einen Radreifen 0,46 ℳ Zinsen und Rücklagen.

Kosten der Erwärmung
eines Radreifens von 1350 mm Durchmesser.
Vergleichstemperatur 150° C.

Art der Erwärmung	Stoffverbrauch	Einheitspreis	Stoffkosten der Erwärmung	Gesamtkosten der Erwärmung
elektrisch	12 kWh	0,08 ℳ/kWh	0,96 ℳ	1,42 ℳ (einschl. Verz. u. Rückl.)
mit Gas	8 m³	0,19 ℳ/m³	1,52 ℳ	1,52 ℳ
mit Öl	9 kg	0,13 ℳ/kg	1,17 ℳ	1,17 ℳ

Die Erwärmung durch Ölmuffelfeuer erscheint zwar sehr wirtschaftlich, doch ist dabei zu berücksichtigen, dafs der Reifenbaustoff durch die hohen Temperaturunterschiede zwischen den von der Flamme unmittelbar getroffenen und den übrigen Teilen sehr ungünstig beeinflufst wird. Bei einem Versuch, der mit zwei Muffelfeuern durchgeführt wurde, zeigte es sich, dafs nach einer Erwärmung von 11 Min. der von der Flamme getroffene Teil 250° C, der Reifenteil zwischen den Brennern 105° C zeigte, beidemal im Inneren des Baustoffes gemessen. Der Reifen war dabei um 1,4 mm unrund geworden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Betriebswissenschaftliche Ziele im Eisenbahnwesen.

Professor Dr. Ing. Wilh. Müller, Dresden, Festvortrag zur Feier des Stiftungsfestes der technischen Hochschule Dresden, „Bauingenieur" 1925, Heft 18.

Für die Zugförderung sei eine wirtschaftliche und technische Höchstleistung durch ein geschicktes Zusammenfassen der gemeinsamen Verkehrsbeziehungen unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der berührten Verschiebebahnhöfe anzustreben, für die Zugbildung eine möglichst wirtschaftliche Gestaltung der Anlagen und des Betriebes der Verschiebebahnhöfe sowie der Umschlaganlagen.

Der tägliche Reiseweg eines Wagens beträgt nach Dr. Ing. Kümmel durchschnittlich 50 km. Umlaufdauer eines Wagens von der Beladung bis zur Wiederbeladung 5,5 Tage.

Von diesen 5,5 Tagen = 132 Stunden entfallen

1. auf Fahrt für Reisezeit und Aufenthalt auf Lokomotiv-Wechselstationen . . . . . 22 %

Digitized by Google

2. auf Übergang von Zug zu Zug auf den Verschiebebahnhöfen 14%
3. auf Zustellung und Abholung vom Zug zur Ladestelle 34%
4. auf Be- und Entladen 30%
(bei 3. und 4. ist der hohe Prozentsatz durch die Nachtruhe mit veranlafst).

Zu 1. Eine Verkürzung des Wagenumlaufes kann erfolgen durch Erhöhung der Grundgeschwindigkeit der luftgebremsten Güterzüge von 30 auf 40 km.

Die Dichtigkeitsprobe beim Eingang und Auslauf von den Verschiebebahnhöfen nehmen aber 25 bis 35 Minuten wieder weg, die Züge bleiben also eine Stunde länger im Verschiebebahnhof als die handgebremsten Züge und hierdurch wird die durch schnelleres Fahren erzielte Beschleunigung des Wagenumlaufes wieder eingeschränkt.

Der wirtschaftliche Vorteil der luftgebremsten Güterzüge wird von Dr. Müller als gering eingeschätzt, da auch die Personalersparnis nur 1,1 Kopf auf einen Güterzug beträgt.

Ein weiteres Mittel zur Verkürzung der Umlaufzeit ist durch den 50 t-Wagen gegeben (Verkürzung der Ent- und Beladezeit und der Rangierarbeit).

Da aber geschlossene Pendelzüge (gleichartiges Massengut) selten von einer Versandstelle an eine Empfangsstelle möglich sind, so ist hierdurch eine erhebliche Beeinflussung des Güterverkehrs nicht zu erwarten, dafür wird aber ein Umbau der Brücken und des Oberbaues nötig.

Zu 2. Bei den Vorschlägen zur Beschleunigung des Umlaufes auf den Verschiebebahnhöfen führt Dr. Müller aus:

Die Gefällsbahnhöfe gestatten eine schnellere und billigere Zugbildung und sind da am Platze, wo es sich darum handelt, für eine feingegliederte Industrie die Züge eingehend geordnet zusammenzustellen.

Die Flachbahnhöfe sind dagegen für das Zerlegen der Züge vorzuziehen und wirtschaftlicher.

Die Vorteile der beiden Bahnhofarten können jetzt nach Erfindung der ferngesteuerten Gleisbremse vereinigt werden. Flachbahnhöfe — nur für solche kommt vorläufig die ferngesteuerte Gleisbremse in Betracht (siehe auch Organ 1925, Heft 14) — mit solchen Bremsen erfüllen diesen Zweck

1. durch Steigerung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage,
2. durch Ersparnis des gröfsten Teiles der Hemmschuhleger,
3. durch eine bedeutende Verringerung der Wagenreparaturkosten.

Neben der ferngesteuerten Gleisbremse wird eine richtige Ausgestaltung der Ablaufgleise auf Grund graphodynamischer Untersuchungen, die von Prof. Müller zuerst angewendet wurden, das Rangiergeschäft weiter abkürzen und dadurch den Wagenumlauf beschleunigen können.

Prof. Müller weist aber allgemein darauf hin, dafs die Zahl der Rangierbahnhöfe zweifellos zugunsten einiger weniger wirklich leistungsfähiger Grofs-Rangierbahnhöfe wesentlich verringert werden könnte, wenn das ganze Gebiet der Zugbildung einmal gründlich kritisch untersucht werden würde.

Solche Untersuchungen sind für das Ruhrgebiet bereits gemacht worden (siehe Bahnbau 1925, Heft 40/41), das Ergebnis ist aber noch nicht veröffentlicht.

Zu 3. und 4. Ein Mittel, die Zeit für die Zustellung und Abholung der Wagen zwischen Zug und Ladestelle, sowie für das Laden und Entladen selbst zu kürzen, erblickt Dr. Müller darin, dafs

1. der Nahgüterverkehr — soweit er nicht mehr wirtschaftlich für die Eisenbahn ist — dem Kraftwagenverkehr überlassen wird,
2. die am Umschlag beteiligten Unternehmungen die Umladearbeit möglichst beschleunigen — auch durch weitgehende Mechanisierung der Arbeit.

Die Wirkung all dieser Mafsnahmen kann nach Dr. Müller nur bei gleichzeitiger scharfer Kontrolle des Wagenumlaufes aus der Kenntnis der Selbstkosten heraus beurteilt werden. Daher bleibt es eine wichtige, wenn auch schwierige Aufgabe diese Selbstkosten durch weitere Forscherarbeit zu ermitteln.

Hierzu ist kritisch zu bemerken, dafs die Untersuchung zu Ziffer 1 ein negatives Ergebnis darstellt, die Untersuchung zu Ziffer 2 problematisch erscheint und erst durch die Praxis bestätigt werden mufs. Was Ziffer 3 und 4 anlangt, so ist eines sicher, dafs der Nahverkehr nicht mehr den Kraftwagen überlassen zu werden braucht, weil diese diesen Verkehr schon mühelos an sich gezogen haben, andererseits bietet es erfahrungsgemäfs die gröfste Schwierigkeit, die Unternehmungen zu einer rascheren Ent- oder Beladung zu bringen — was gleichbedeutend mit einer Kürzung der Ladefristen wäre. Wenn dies möglich wäre, so würde man wohl schon längst diese Frist zwangsweise gekürzt haben.

So schwierig nun auch im Einzelnen ein Fortschritt erzielt oder erkämpft werden kann, so darf doch aus der klaren Erkenntnis der Behinderung des raschen Wagenumlaufes nichts unversucht bleiben, um wenigstens einen Teil des von Dr. Müller Angestrebten zu erreichen.

A. Wöhrl.

Lokomotiven und Wagen.

1E2-2h Lokomotiven der Texas- und Pacific-Bahn.

Nachdem die Lima-Locomotive-Works im Sommer 1925 eine 1D2-Lokomotive für die Boston- und Albany-Bahn herausgebracht haben, ist nunmehr von diesen Werken auch eine 1E2-Lokomotive gebaut worden und zwar für die Texas- und Pacific-Bahn.

Die Anwendung des hinteren Drehgestelles bezweckt vor allem die Möglichkeit der bequemen Ausbildung einer reichlich bemessenen Feuerbüchse. Die neue 1E2-Lokomotive weist im übrigen die gleichen Züge wie die 1D2-Lokomotive auf. Der Hauptrahmen hört vor der Feuerbüchse auf; das hintere, mit Zusatzmaschine versehene Drehgestell, auf welchem der Stehkessel ruht, ist ein besonderes Fahrzeug, das vorn an den Rahmen und an das hinten der Tender angekuppelt ist.

Der in 184 Rohren von 89 mm Aufsen-Durchmesser eingebaute Kleinrohrüberhitzer liefert Heifsdampf auch für sämtliche Hilfseinrichtungen, wie Speisewasserpumpe, Luftpumpe, Bläser usw.

Die Feuerbüchse besitzt eine 1067 mm lange Verbrennungskammer und zwei Nicholsonsche Wasserkammern, die letztere beide allein schon 9,1 m² Heizfläche geben, so dafs die unmittelbare Heizfläche den hohen Wert von 44 m² erreicht.

Gefeuert wird mit Öl, so dafs der sechsachsige Tender aufser 53 m³ Wasser 10 m³ Öl führt. Die Baker-Pilliod-Steuerung gewährt als gröfste Füllung nur 60 bis 63 v. H. Die Schieberspiegel besitzen jedoch Füllschlitze, die beim Anfahren selbsttätig gröfsere Füllungen gewähren; der Dampfdurchlafs bei höherer Geschwindigkeit wird bedeutungslos.

Die teilweise recht beachtlichen Hauptabmessungen sind folgende:

Triebwerk	736/813/1600 mm
Fester Achsstand	5029 „
Gesamter Achsstand	14224 „
Dampfdruck	17,6 at
Grundfläche der Feuerbüchse (kein Rost vorhanden)	9,3 m²
Heizfläche: Feuerbüchse	44 „
Heizrohre	431 „
Überhitzer	195 „
Reibungsgewicht	136 t
Dienstgewicht	203 „
Dienstgewicht des Tenders	125 „

Railway and Locomotive Engineering 1926, Seite 11. M.

2D-h2-Schmalspur-Lokomotive der Madras und Southern Mahratta Bahn.

Die Lokomotive ist von der Firma W. G. Bagnall in Stafford für die genannte Meterspur-Bahn in Britisch-Indien gebaut. Sie zeigt trotz der Schmalspur durchaus den Charakter einer Hauptbahnlokomotive. Aufbau und Ausrüstung entsprechen der englisch-indischen Bauweise. Die Zylinder liegen aufsen und sind stark geneigt. Da der Rost zwischen den Rahmen liegt, ist die Feuerbüchse verhältnismäfsig lang ausgeführt worden. Die Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser d	432 mm
Kolbenhub h	559 „
Kesseldurchmesser aufsen (gröfster)	1359 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2070 „
Rohrlänge	3200 „
Feuerbüchse: Länge × Weite	2541 × 616 „
Heizfläche der Feuerbüchse	11,5 qm
„ der Rohre	73,0 „
„ des Überhitzers	14,0 „
„ — im Ganzen — H	98,5 „
Rostfläche R	1,54 „
Kesselüberdruck p	11,2 at

Digitized by Google

Durchmesser der Treibräder D	1092 mm
„ „ Laufräder und Tenderräder	723 „
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	3657 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	6248 „
„ „ „ „ (einschl. Tender)	12872 „
Reibungsgewicht G_1	34,5 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	42,7 „
„ des Tenders	29,2 „
Vorrat an Wasser	12 cbm
„ „ Brennstoff	4,5 t
H : R =	64,0
H : G =	2,3
H : G_1 =	2,85

The Railw. Eng. 1925, Juli. R. D.

Vergröfserung der Reichweite der Lokomotivpfeife.

Die Anordnung der Pfeife an der Lokomotive ist von grofsem Einflufs auf ihre Reichweite. Bei den neueren Lokomotiven, die im Querschnitt die Umgrenzungslinie fast ganz ausfüllen, ist der früher für die Pfeife verfügbare Platz auf dem Dach des Führerhauses meist nicht mehr vorhanden. Die Pfeife sitzt jetzt in der Regel auf dem Kesselrücken, mehr oder weniger eingeengt zwischen Dom, Sandkasten oder ähnlichen Teilen und dem Führerhaus. Die Schallwellen werden durch diese Teile abgelenkt oder zurückgeworfen; einen Teil verschluckt der heifse Kessel, sowie die Rauch- und Dampfwolken. Die Folge ist, dafs die Reichweite derartig angeordneter Pfeifen nach der Seite zu etwa doppelt so grofs ist als nach vorn und hinten, dafs also der Ton der Pfeife dort am besten zu hören ist, wo es am wenigsten erforderlich wäre. Die Quelle berichtet hierzu über zwei Versuche, die dies bestätigen. Bei dem ersten wurde eine Lokomotive auf eine Drehscheibe gestellt und die Lautstärke des Pfeifentons an verschieden weit entfernten Punkten und in verschiedenen Stellungen der Drehscheibe bzw. der Lokomotive gemessen. Bei einem zweiten Versuch wurden an einem kleinen Lokomotivmodell an Stelle der Schallwellen mittels elektrischer Funken Lichtwellen erzeugt und dann der Einflufs der neben der Pfeife angeordneten Teile auf diese Lichtwellen photographisch ermittelt.

Als Auswertung dieser Versuche schlägt die Quelle vor, die Pfeife nach Art der Kopflaternen vor dem Schornstein anzuordnen und aufserdem wie bei jenen ihre Wirkung durch einen Reflektor zu verstärken. Dies scheint auch sehr naheliegend für die amerikanischen Verhältnisse, wo die Pfeife in erster Linie für Warnungszeichen beim Befahren der vielen schienenfreien Wegübergänge gebraucht wird. Soll sie aber, wie in Europa üblich, in der Hauptsache zur Übermittlung von Signalen an das Zugbegleitpersonal dienen, dann ist eine solche Lösung unbrauchbar, weil dabei der Ton nach rückwärts nur sehr schwach zu hören sein wird. Wenn die Quelle hierfür eine zweite Pfeife vorschlägt, die entsprechend hinten an der Lokomotive anzuordnen wäre, so scheint dies doch wesentlich umständlicher als etwa einfach die Verwendung stärkerer Pfeifen am alten Platz. Immerhin könnte die vorliegende Untersuchung Anlafs geben, der Frage einer etwas zweckmäfsigeren Pfeifenanordnung, als vielfach üblich, näherzutreten. R. D.

(Railw. Age 1925, 2. Halbj., Nr. 23).

Bücherbesprechungen.

„Die Fahrleitungsanlagen für elektrische Bahnen“. Von Fr. Wilh. Jacobs. Mit 400 Abbildungen und Sachregister. 290 Seiten.

Das im Verlag von R. Oldenbourg München und Berlin 1925 erschienene Buch fafst in zwölf Abschnitten die Grundlagen für die Berechnung, den Bau und die Stromverteilung elektrischer Bahnen zusammen. Im wesentlichen behandelt der Verfasser Gleichstrombahnen, insbesondere Strafsenbahnen bis in die einzelnen Bauteile. Im Abschnitt VII „Vielfachaufhängung“ wird an Hand von Abbildungen auch auf Vollbahn-Fahrleitungen eingegangen, ohne dafs die neuzeitlichen Erfahrungen auf diesem Gebiete berücksichtigt sind; so spricht der Verfasser noch davon, dafs Spannweiten für die Fahrleitungsmaste bis zu 100 m sich ohne Anstand bewährt haben, und dafs die selbsttätige Nachspannung von Fahrdraht und Tragseil für Geschwindigkeiten bis zu 100 km/h ein Kennzeichen für elektrische Bahnen mit solch hoher Geschwindigkeit sei. Dies trifft heute nicht mehr zu.

Für Studierende und in der Praxis stehende Techniker bilden die zahlreichen Rechnungsbeispiele, die sich im allgemeinen auf Gleichstrom und die Queraufhängung beschränken, eine wertvolle Unterstützung.

„Elektrische Lichtbogenschweifsung“ von Oberingenieur Karl Meller.

Dieses Buch ist als dritter Band der Sammlung „Elektrizität in industriellen Betrieben“ im Verlage von S. Hirzel in Leipzig (1925) erschienen. Preis: 16 ℳ geheftet, 18 ℳ gebunden.

Nachdem in den letzten Jahren die führenden Elektrizitätsfirmen wirtschaftlich arbeitende Schweifsmaschinen durchgebildet haben, hat das Interesse für die elektrische Lichtbogenschweifsung lebhaft zugenommen. Das Lichtbogenschweifsverfahren ist für Instandsetzungsarbeiten bereits in weitem Umfang eingeführt worden; auf denjenigen Gebieten, auf denen es mit der Nietung im Wettbewerb steht (z. B. Behälter- und Kesselbau, Schiffbau, Brückenbau, Eisenhochbau), ist es jedoch noch im Anfang der Entwicklung.

Das vorliegende Buch bietet weiten Kreisen Gelegenheit, die wirtschaftlichen Vorteile kennen zu lernen, die die elektrische Lichtbogenschweifsung in fast allen Industriebetrieben gewährt. Im ersten Abschnitt des Buches werden die verschiedenen Schweifsverfahren, die Entwicklung der Lichtbogenschweifsung und die grundlegenden Eigenschaften des elektrischen Lichtbogens erörtert. Der zweite Abschnitt bringt eine ausführliche Darstellung der elektrischen Schweifsanlagen und ihrer Einzelteile, er behandelt zugleich die Frage der Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit dieser Anlagen. Der dritte und vierte Abschnitt bringen die theoretischen und praktischen Grundlagen des Schweifsens, insbesondere des Schweifsens von Flufseisen und Gufseisen; in diesem Abschnitt sind auch die Güteverhältnisse verschiedener Schweifsungen beschrieben. In vier weiteren Abschnitten ist das Lichtbogenschweifsen verschiedener Metalle, das Schneiden mit dem Lichtbogen, das Prüfen und Überwachen der Schweifsung und die Frage der Ausbildung der Schweifser behandelt. Der neunte Abschnitt enthält zahlreiche Beispiele für die Anwendung der Lichtbogenschweifsung und zwar als Arbeitsverfahren für die fabrikmäfsige Fertigung und als Verfahren für die Instandsetzung.

Das Studium des Buches, das wohl zu den besten Werken dieser Fachliteratur gehört, ist den in Werkstattbetrieben stehenden Ingenieuren aufs wärmste zu empfehlen; es wird auch denjenigen Ingenieuren, die sich mit dem Lichtbogenschweifsverfahren bereits befafst haben, wegen der Gründlichkeit und Vielseitigkeit des Inhaltes Neues und Wissenswertes bieten. Sorger.

Die Wirkung wagrechter Kräfte bei eisernen Brücken. Von Reichsbahnrat Karig, Berlin 1925. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geheftet 3,60 ℳ.

Bisher war es üblich, die wagrechten Kräfte bei Drehbrücken mit zwei Verbänden nach einem roh geschätzten Verhältnis zu verteilen. In dem vorliegenden Buche werden unseres Wissens zum ersten Male Formeln entwickelt, die die horizontalen Kräfte anteilig auf die beiden Windverbände umlegen und gleichzeitig zeigen, inwieweit dadurch die Zu- und Abnahme der Spannungen in den Gurtungen der Hauptträger beeinflufst wird. Auf Grund eingehender Erwägungen weifst der Verfasser nach, dafs bei Deckbrücken mit zwei Windverbänden der obere stärker beansprucht wird, als beim Fehlen des unteren Verbandes. Durch die gefundenen einfachen Formeln und Festwerte können die Anteile der Kräfte auf die Hauptträger und die Verbände leicht ermittelt werden.

Ein besonderes Kapitel ist der günstigsten Lage des gekrümmten Gleises gewidmet. Beispiele dienen zur Erläuterung. Vorschläge zur vereinfachten Berechnung der Verbandskräfte, z. B. durch Einführung einer überhöhten, quadratischen Parabel anstelle des A-Polygons für die aus den Verkehrslasten ermittelten Querkräfte und einer Zusammenstellung der Ergebnisse schliefsen die umfangreiche Abhandlung ab.

Das Buch kann daher namentlich den mit der Nachrechnung von bestehenden Brücken betrauten Statikern als Anlage zu den Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken vom 25. Februar 1925 empfohlen werden. Reichsbahnrat Lehmann, Dresden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch das Walzverfahren.

Abb. 1. Höhenplan.

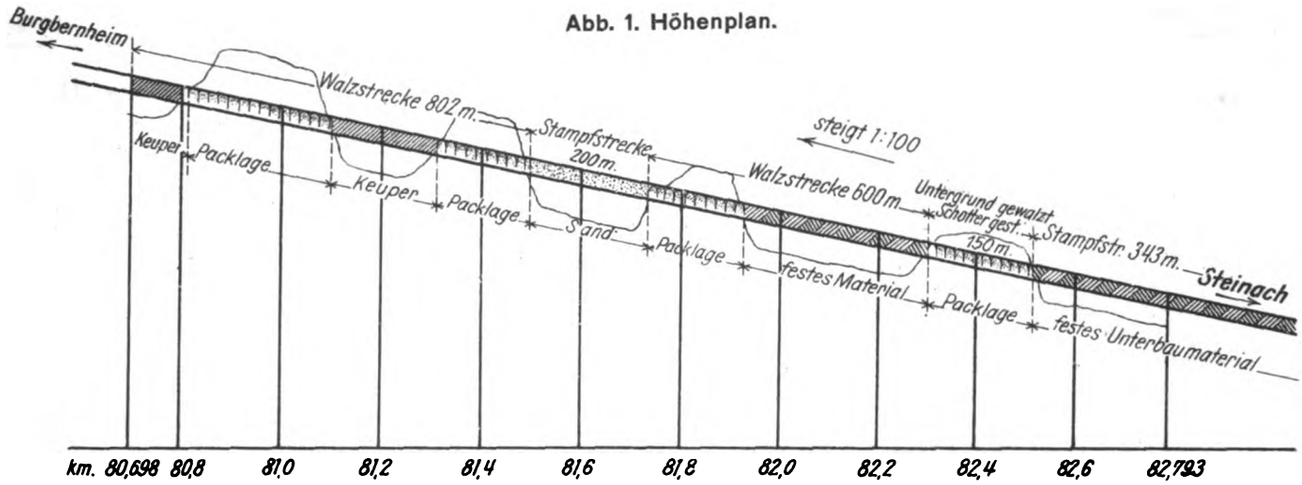


Abb. 2. Lageplan.

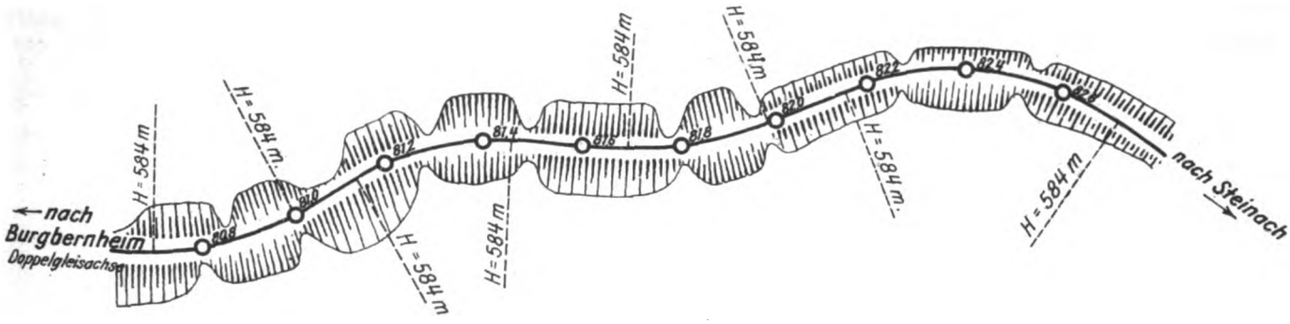
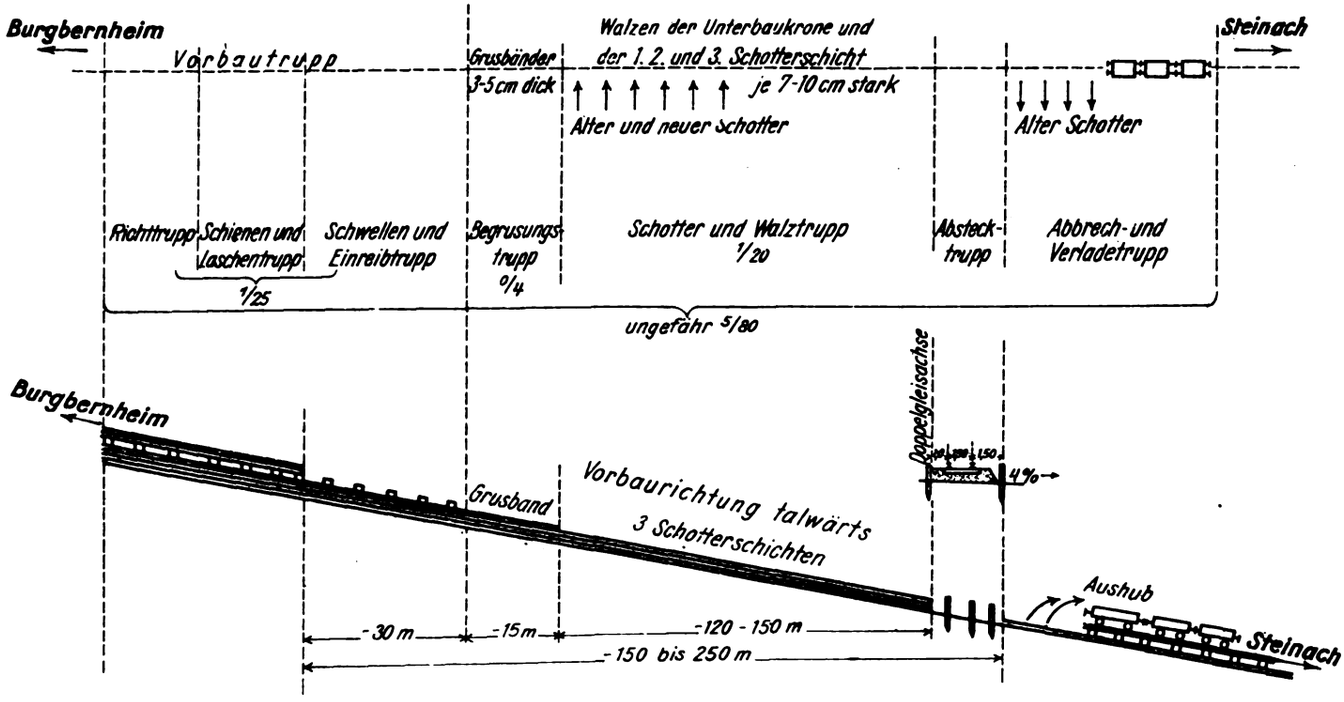


Abb. 3. Arbeitstrupp-Einteilung.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

81. Jahrgang | **15. Juni 1926** | **Heft 11**

Diesel-Getriebelokomotive 2-E-1 für die Staatsbahnen der U. S. S. R.

Von Professor Dr. Ing. e. h. G. Lomonossoff.

Aus dem Russischen übersetzt von Dr. Ing. E. Mrongovius, Berlin.

Bereits am 30. Januar 1922 beschlofs das Verkehrsministerium in Moskau drei Güterzug-Diesellokomotiven im Auslande zu bestellen, die in Kraft und Leistung den E-Dampflokomotiven gleich sind, die seinerzeit in Deutschland für die U. S. S. R. gebaut wurden. Die erste dieser Diesellokomotiven sollte mit elektrischer Übertragung, die zweite mit Zahnradgetriebe und die dritte mit Gasübertragung nach dem System Schelest*) ausgerüstet sein. Die erste Lokomotive, die von der Maschinenfabrik Esslingen erbaut wurde, arbeitet bereits seit mehr als einem Jahre auf den Bahnen der U. S. S. R.; die dritte Lokomotive wird von Armstrong in England gebaut. Die zweite Lokomotive, die in diesem Aufsatz behandelt werden soll, hat eine ziemlich lange Vorgeschichte.

Laut dem ursprünglichen Entwurf (1921) ist das Zahnradgetriebe ähnlich dem Getriebekasten eines Kraftwagens entworfen worden. Damals übernahm aber keine Fabrik die Verantwortung für die Arbeit der Kegelzahnräder für eine Leistung von 1200 PS.

Infolgedessen beschlossen wir ein Flüssigkeitsgetriebe nach Lentz anzuwenden. Nachdem wir aber die Arbeit solcher Flüssigkeitsgetriebe für geringere Leistungen kennen gelernt haben, bezweifelten wir die Möglichkeit der Anwendung eines solchen Getriebes für eine Lokomotive von einer Leistung von 1200 PS. Professor Meineke schlug dann seine sehr geistvolle Kombination des Lentzgetriebes mit dem Jannygetriebe vor, die auf Seite 27 meines Buches »Die Diesel-elektrische Lokomotive« (1924) beschrieben ist. Die Verwirklichung dieses Getriebes stiefs jedoch auf beträchtliche Schwierigkeiten. Infolgedessen verzichteten wir im Jahre 1923 auf die Verwirklichung dieses Entwurfes, um so mehr, als zu dieser Zeit die Firma Krupp in Essen sich einverstanden erklärte, den Auftrag auf das Zahnradgetriebe für die erforderliche Leistung zu übernehmen und einen Wirkungsgrad von nicht weniger als 96 % gewährleistete.

So entstand der dritte Entwurf, der jetzt von der Hohenzollern A.-G. für Lokomotivbau in Düsseldorf verwirklicht wurde. Aufser dieser Firma und der Firma Krupp nahm an dem Entwurf regen Anteil die Firma Magnetwerk in Eisenach, die die Magnetkupplungen zur stofsfreien Einschaltung der einzelnen Zahnräderpaare herstellte.

Die Zusammenstellung dieser Lokomotive zeigt die Abb. 1. Der Dieselmotor ist genau der gleiche wie auf der Diesel-elektrischen Lokomotive. Es ist dies ein 6-Zylinder-Viertakt-Kompressor-Dieselmotor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, wie er für Unterseebote gebaut wurde. Zylinderdurchmesser 450 mm, Kolbenhub 420 mm. Im Unterschiede zu dem Dieselmotor der Diesel-elektrischen Lokomotive ist für die Diesel-Getriebelokomotive der Dieselmotor mit einer Umsteuervorrichtung versehen worden. Der Ventilator, der Bremskompressor, die Pumpe für das Schmieröl des Zahnradgetriebes und die übrigen Hilfseinrichtungen werden von einem Hilfs-Dieselmotor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg angetrieben, wie er von dieser Firma für Kraftwagen verwandt wird. Das ist eine wesentliche Verbesserung der Diesellokomotive im Vergleich mit der Diesel-elektrischen Lokomotive. Die einjährige Praxis mit der Diesel-elektrischen Lokomotive hat anschaulich bewiesen, dafs die Verbindung des Ventilators mit der Hauptwelle des Dieselmotors ein Hauptmangel ist: im Winter kühlte der Ventilator das Wasser zu stark, während im Sommer die Wasserkühlung erforderte, dafs der Dieselmotor auch während des Stillstandes der Lokomotive arbeiten mufste, und zwar während einer Zeit von 20 bis 30 Minuten,

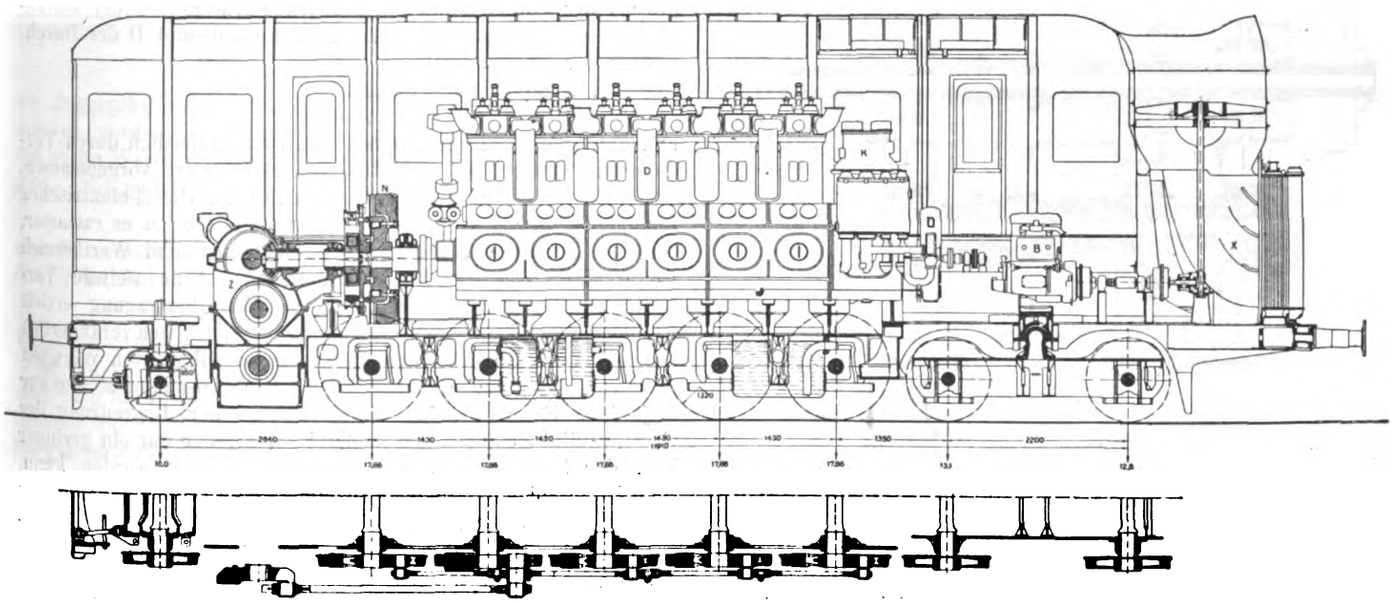


Abb. 1. 2 E 1 Diesel-Getriebelokomotive für die Staatsbahnen der U. S. S. R.

*) Schelest, Probleme der wirtschaftlichen Lokomotiven, 1923, Leipzig und Wien.

Digitized by Google

um das Wasser genügend nachzukühlen. Zur Zeit ist auf der Diesel-elektrischen Lokomotive zwischen dem Hauptdieselmotor und dem Ventilator eine Leblanc-Kupplung eingebaut worden. Eine nicht minder wichtige Verbesserung der Diesel-Getriebelokomotive gegenüber der Diesel-elektrischen ist die, dafs die Druckluft für die Bremsen von einem besonderen Kompressor geliefert wird und nicht von dem Kompressor des Dieselmotors. Bei der letzteren Anordnung, wie sie auf der Diesel-elektrischen Lokomotive vorhanden ist, darf der Dieselmotor in langen Gefällen, wenn der Zug von selbsttätigen Bremsen abgebremst wird, nicht stillgesetzt werden. Es gibt aber im Kaukasus z. B. Gefälle, auf denen ein Güterzug sechs Stunden lang fahren mufs. Das bedeutet, dafs wegen der Bremsluft der Dieselmotor sechs Stunden lang leer laufen mufs, was natürlich aufser dem unnützen Brennstoffverbrauch für den Dieselmotor höchst ungünstig ist.

Während bei der Diesel-elektrischen Lokomotive die Zugkraft von Null bis zum Höchstwert stetig veränderlich ist, verändert sich die Zugkraft der Diesel-Getriebelokomotive stufenweise. Abb. 2 zeigt die Bauart des Zahnradgetriebes. Die Welle A ist durch die Kurbel F, die Zapfen E und die Kuppelstangen mit den Treibrädern verbunden und hat die gleiche Drehzahl wie die Treibräder. Die Welle B ist mit der Welle A mittels des Zahnräderpaares N ebenso starr verbunden. Wenn die Übersetzungszahl dieses Zahnräderpaares durch ν_n bezeichnet wird, so ist die Drehzahl der Welle B

$$n_b = \nu_n n.$$

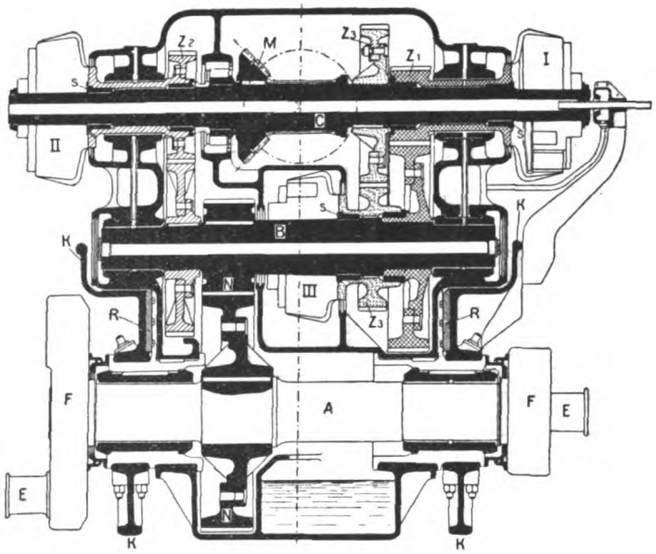


Abb. 2. Zahnradgetriebe.

Ferner ist die Welle C mittels der haupt-elektromagnetischen Kupplung und des Kegelräderpaares M mit einer Übersetzungszahl ν_m starr mit der Hauptwelle des Dieselmotors verbunden. Wenn die Hauptkupplung der Welle C mit der Dieselmotorwelle starr verbindet, so ist bei einer Drehzahl Z der Dieselwelle, die Drehzahl der Welle C

$$n_c = \frac{z}{\nu_m}.$$

Während des Anlassens kann n_c infolge der Nachgiebigkeit der Hauptmagnetkupplung in der Zeit von fünf bis sechs Minuten sanft von Null bis zu der genannten Drehzahl steigen. Die Verbindung der Wellen B und C wird wahlweise mittels eines der Zahnräderpaare Z_1, Z_2 und Z_3 erreicht, von denen jedes mit einer besonderen Magnetkupplung ausgerüstet ist, die in der Abbildung durch eine entsprechende römische Zahl bezeichnet ist. Die Kupplung I und II verbinden die Zahnräderpaare Z_1 und Z_2 mit der Welle C, während die Kupplung III das Zahnräderpaar Z_3 mit der Welle B verbindet. Die Zahnräderpaare Z_1 und Z_2 sind auf der Welle B fest aufgesetzt, ebenso das Zahnräderpaar Z_3 auf der Welle C. Auf diese Weise sind sämtliche Zahnräderpaare stets im Eingriff; die Einschaltung eines jeden Zahnräderpaares wird durch Festhalten mittels der elektromagnetischen Kupplungen derjenigen Zahnräder erzielt, die auf den Wellen B und C lose sitzen. Die Übersetzungszahlen der Zahnräderpaare Z_1, Z_2 und Z_3 sind verschieden, wir wollen sie mit ν' bezeichnen. Dann ist bei der Einschaltung eines dieser Zahnräderpaare

$$\frac{n_c}{n_b} = \nu' = \frac{z}{\nu_m \nu_n n},$$

woraus

$$\nu = \frac{z}{n} = \nu_m \nu_n \nu'.$$

Bei unserem Entwurf kann für die drei Zahnräderpaare ν', also auch ν drei Werte haben und zwar sind sie bei unserem Entwurf 6,6 — 4 — 2.

Wie bekannt, ist die Zugkraft am Umfange der Treibräder für jede Lokomotive folgende

$$F_k = \nu A \eta p_i \text{ *)},$$

worin p_i der mittlere indizierte Druck, η der Wirkungsgrad von den Zylindern bis zum Umfange der Treibräder, und

$$A = \frac{m}{c} \frac{d^2 l}{2D}$$

eine konstante Gröfse für die gegebene Lokomotive ist. In dieser Gleichung ist m die Zylinderzahl, c die dem Arbeitsprozefs des Dieselmotors entsprechende Hubzahl, d der Durchmesser der Arbeitszylinder, l der Kolbenhub und D der Durchmesser der Treibräder.

Bei Dampflokomotiven ist

$$\nu = 1$$

und die Regelung ihrer Zugkraft wird ausschliefslich durch Veränderung von p_i von Null bis zum Höchstwert vorgenommen. Obgleich wir bei unseren Versuchen mit der Diesel-elektrischen Lokomotive p_i von 4 bis 10 kg/cm² veränderten, ist es ratsamer, wie die Versuche gezeigt haben, nicht aus dem Wertbereich von 5 bis 8,5 kg/cm² hinaus zu gehen. Eine weitere Veränderung der Zugkraft mufs durch die Übertragung erzielt werden. Bei elektrischer Übertragung ist ν praktisch veränderlich von 0 bis 20, so dafs man stets den vorteilhaftesten Wert von $p_i = 7$ bis 8 kg/cm² einhalten kann. Eine Ausnahme stellen nur diejenigen Fälle dar, bei denen infolge der Begrenzung der Geschwindigkeit durch den Zustand der Strecke nur ein geringer Teil der Leistung des Dieselmotors ausgenutzt werden kann. Man ist in solchen Fällen gezwungen, auch bei der elektrischen Übertragung Werte von $p_i = 3$ und sogar weniger zu verwenden.

Bei der Diesel-Getriebelokomotive können nur drei Werte für ν verwirklicht werden. Das bedeutet, dafs bei Einhaltung eines vorteilhaftesten Wertes von p_i wir nur drei Werte für die Zugkraft verwirklichen könnten, was natürlich für den Eisenbahndienst unzulässig wäre. Tatsächlich können wir natürlich für jeden Wert von ν den Wert von p_i verändern und dadurch eine Reihe von Mittelwerten der Zugkräfte erzielen. Eine Veränderung von p_i wird auf unseren Diesellokomotiven durch Veränderung des Kolbenhubes der Brennstoffpumpe erzielt, und zwar mittels eines ziemlich verwickelten Gestänges, das mittels eines besonderen Handrades von Hand eingestellt werden kann. Das Handrad ist mit einem Zeiger und einem Sektor, auf dem die einzelnen Stellungen aufgetragen sind, ausgerüstet. Der Abstand des Zeigers von der Nullstellung in cm wurde als Mafs des Füllungsgrades angenommen; wir werden diesen Wert mit dem Buchstaben ε bezeichnen. Im Gegensatz zu der Diesel-elektrischen Lokomotive, bei der das Handrad für

*) Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 200.

Digitized by Google

die Veränderung von ε vom Dieselmaschinisten bedient wird, wird es auf der Diesel-Getriebelokomotive von dem Lokomotivführer bedient.

Da beide Lokomotiven mit den gleichen Dieselmotoren ausgerüstet sind, so konnten wir die Versuchsergebnisse der Diesel-elektrischen Lokomotive für die Aufzeichnung der vorläufigen Kurven der Zugkraft und des Wirkungsgrades für die Diesel-Getriebelokomotive verwenden. Wie bereits erwähnt, gewährleistete die Firma Krupp, dafs der Wirkungsgrad des Zahnradgetriebes

$$\eta \geq 0{,}96$$

betragen wird. Vorsichtshalber wollen wir annehmen, dafs die Leistung am Umfange der Treibräder

$$N_k = 0{,}95\, N_d \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1$$

betragen wird, worin N_d die Leistung an der Dieselmotorwelle gemessen ist. Für diese Leistung haben wir auf Grund der Versuche mit den beiden Dieselmotoren auf dem Prüfstande der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg Kurven aufgezeichnet, die in Abb. 3 ersichtlich sind. Die eingetragenen Zahlen zeigen, zu welcher sekundlichen Drehzahl z des Dieselmotors jede Kurve gehört.

Unter Verwendung dieser Kurven und der Gleichung (1 können wir auch die Kurven

$$N_k = F(z, \varepsilon)$$

leicht aufzeichnen. Um von diesen Kurven zu den Kurven

$$N_k = f(V, \varepsilon)$$

überzugehen, worin

$$V = \nu \frac{3{,}6}{\pi D} z \quad \ldots\ldots \quad (2$$

die Zuggeschwindigkeit in km/h ist, mufs berücksichtigt werden, dafs bei einem gegebenen Wert von ν die Werte für z und V zwangsweise abhängig sind. Mit anderen Worten, während wir für

$$N_k = F(z, \varepsilon)$$

eine Kurvenschar haben, die für alle Werte von ν richtig ist, haben wir für

$$N_k = f(V, \varepsilon)$$

drei Kurvenscharen und zwar je eine für jeden Wert von ν. Bei der Aufzeichnung solcher Kurven mufs auch noch beachtet werden, dafs unsere Dieselmotoren nur in bestimmten Grenzen von z arbeiten können und zwar

$$z = 2 \text{ bis } 7^1/_2.$$

Wir haben daher für jeden Wert von ν

$$V_{min} = \frac{3{,}6\,\pi D}{\nu}\, 2$$

und

$$V_{max} = \frac{3{,}6\,\pi D}{\nu}\, 7^1/_2.$$

Diese Gleichungen ergeben für D = 1,22 m Werte von V_{min} und V_{max}, die in der nachstehenden Übersicht eingetragen sind.

Die Übersetzungszahl ν	6,6	4	2
V_{max} ($z = 7^1/_2$)	15,7	25,9	51,8
V_{min} ($z = 2$)	4,2	6,9	13,8

Nur innerhalb dieser Grenzen können die Kurven der Zugkraft am Treibradumfange F_k und des gesamten Wirkungsgrades Y aufgezeichnet werden. Wir kommen nun zur Aufzeichnung dieser Kurven.

Wie bekannt, ist

$$N_k = \frac{F_k V}{270} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3$$

$$Y = \frac{632}{K} \frac{N_k}{C} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4$$

worin K der Wärmeinhalt des Brennstoffes ist, der für Naphta zu 10 000 cal/kg angenommen werden kann, und C der stündliche Brennstoffverbrauch unserer Dieselmotoren, der auf Grund unserer Versuche in Esslingen und der Versuche auf den Bahnen der U.S.S.R. festgestellt und durch die Kurven der Abb. 4 dargestellt ist.

Mittels der Gleichungen 1) bis 4) und der Kurven der Abb. 3 und 4 bietet das Aufzeichnen der Kurven

$$F_k = \varphi(\varepsilon, V)$$

und

$$Y = \psi(\varepsilon, V)$$

keine Schwierigkeiten mehr.

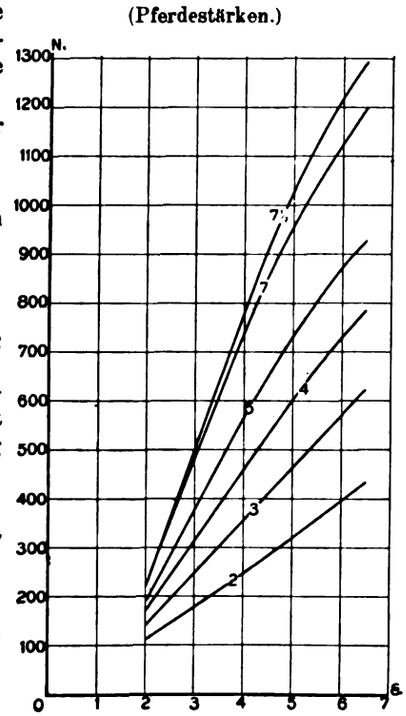


Abb. 3. Leistung des Dieselmotors für die Diesel-elektrische und Diesel-Getriebelokomotive bei verschiedener Brennstoffzuführung ε und verschiedenen Drehzahlen (i. d. Sek)

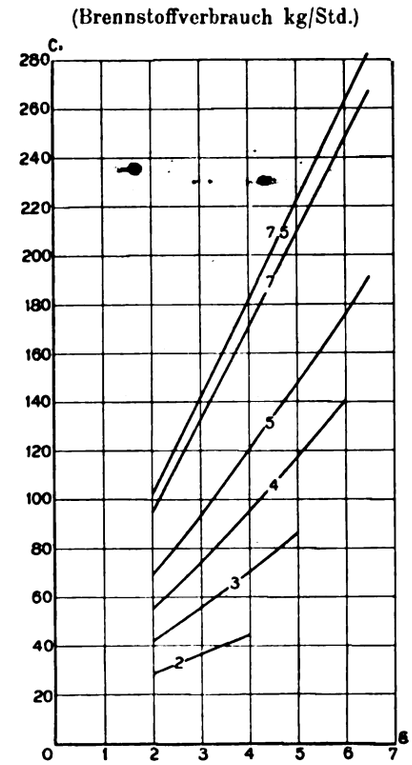


Abb. 4. Stündlicher Brennstoffverbrauch des Dieselmotors bei verschiedenen Drehzahlen (i. d. Sek.) und verschiedener Brennstoffzuführung ε.

Für unsere beiden Diesellokomotiven, die mit gleichen Dieselmotoren ausgerüstet sind, können bis zu einem gewissen Grade bei gleichen Werten von ε diese Kurven verglichen werden. Kurven jedoch, die auf Grund von Versuchen mit anderen Diesellokomotiven, oder sogar mit Dampflokomotiven erzielt worden sind, können natürlich nicht verglichen werden. Man kann nur solche Kurven vergleichen, die unter gleichen Bedingungen erzielt sind. Solche Bedingungen sind erstens die Bedingung, dafs

$$F_k = \max \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5$$

oder

$$p_i = \max,$$

d. h. die Bedingung der völligen Ausnutzung der Leistung der Lokomotive; zweitens die Bedingung

$$Y = \max \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6$$

d. h. die Bedingung der vorteilhaftesten Ausnutzung der ge-

Digitized by Google

gebenen Lokomotive. Schliefslich für Lokomotiven gleicher Leistung die Bedingung

$$N_k = \text{Const.},$$

d. h. die Bedingung der gleichen Arbeitsintensität.

In Abb. 5 sind Zugkraftkurven für unsere Diesellokomotive aufgezeichnet, die der Bedingung 5 (punktierte Kurven) und der Bedingung 6 (ausgezogene Kurven) entsprechen. In Abb. 6 und 7 sind für den Vergleich ähnliche Kurven für die Dampflokomotive E und die Diesel-elektrische Lokomotive dargestellt, wobei die Geraden c auf allen diesen Abbildungen die Beschränkung durch die Reibungsgrenze und die Gerade a durch die Erwärmung der Elektromotoren bedeuten. Entsprechende Werte Y sind in den Abb. 8 und 9 eingetragen.

Diesel-Getriebelokomotive einen bedeutend höheren Wirkungsgrad ergibt, als die Diesel-elektrische Lokomotive. Für mittlere Arbeitsbedingungen (Abb. 9 bis 11) sind die Wirkungsgrade fast gleich, während bei sehr geringen Leistungen N_k (Abb. 12 bis 13) die Diesel-elektrische Lokomotive offensichtlich im Vorteil ist.

Versuche, die mit der Diesel-Getriebelokomotive zur Zeit auf dem Prüfstand in Düsseldorf durchgeführt werden, bestätigten im grofsen ganzen den Charakter der von uns a priori aufgezeichneten Kurven, wobei Y_{max} in der Wirklichkeit bis 31% beträgt. Andererseits haben diese Versuche gezeigt, dafs die kritische Drehzahl des Dieselmotors bei $6^1/_2$ Umdr./Sek. liegt. Infolgedessen mufs für den Höchstwert der Drehzahl

$$\text{Max. } z = 6^1/_4$$

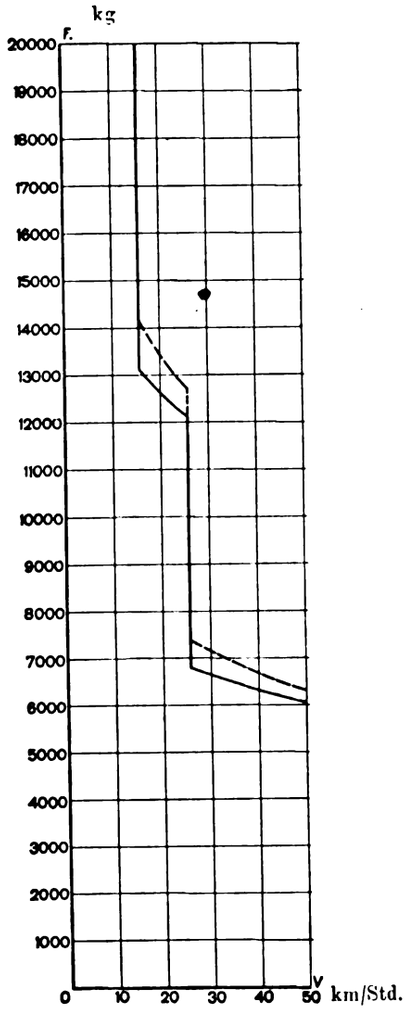


Abb. 5. Zugkraft F der Diesel-Getriebelokomotive für verschiedene Geschwindigkeiten.
——— Höchstwerte.
– – – – – Werte bei bestem Wirkungsgrade.

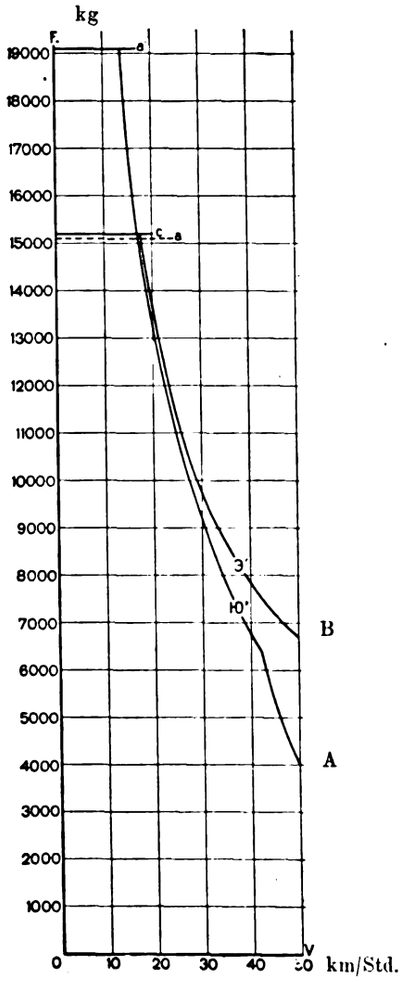


Abb. 6. Höchstwerte der Zugkraft für verschiedene Geschwindigkeiten.
A = Diesel-elektrische Lokomotiven.
B = E Dampflokomotive.

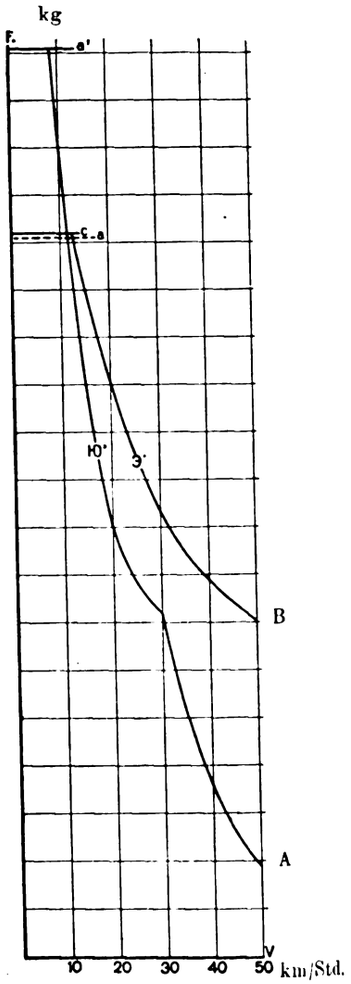


Abb. 7. Werte der Zugkraft für verschiedene Geschwindigkeiten bei jeweils bestem Wirkungsgrad.
A = Diesel-elektrische Lokomotiven.
B = Dampflokomotive.

Schliefslich zeigen die Abb. 10 bis 13 die Kurven für Y entsprechend den Leistungswerten N_k = 800, 600, 400 und 200 PS. Die Kurven F_k für die letzteren Bedingungen sind für sämtliche drei Diesellokomotiven bei einem gegebenen N_k natürlich identisch und werden durch die gleichschenklige Hyperbel

$$F\,V = 270\,N_k$$

dargestellt.

Wir sehen aus allen diesen Abbildungen, dafs bei einer völligen Ausnutzung der Leistung des Dieselmotors (Abb. 8) die

und nicht $7^1/_2$ angenommen werden. Es mufs noch bemerkt werden, dafs auch bei der Diesel-elektrischen Lokomotive wir die höchste Drehzahl auf $z = 5^1/_2$ festlegten, da diese Drehzahl eine für die Praxis genügende Leistung ergab.

Der Vergleich der Abb. 5 bis 13 zeigt auch, dafs, während bei der Diesel-elektrischen Lokomotive und auch bei der Dampflokomotive F_k und Y stets ununterbrochen veränderlich ist, bei der Diesel-Getriebelokomotive die entsprechenden Kurven einen unterbrochenen stufenartigen Verlauf haben. Dieser

Digitized by Google

unterbrochene Verlauf der Zugkraftkurve kann für das Zuggestänge und die Festigkeit der Lokomotive selbst einen ungünstigen Einflufs haben. Es ist unmöglich auf dem Prüfstande festzustellen, in welchem Mafse die elektro-magnetischen Kupplungen die Stöfse vermindern werden. Dies kann nur beim Fahren mit Zügen auf der Strecke festgestellt werden. Solche Fahrten werden voraussichtlich im Mai auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn vorgenommen werden.

Aber die Tatsache, dafs die Diesel-Getriebelokomotive arbeitet und dafs ihr Wirkungsgrad bei voller Belastung tatsächlich etwa 30 % beträgt, ist bereits durch die Prüfstandsversuche bewiesen worden. Natürlich ist die Diesel-elektrische Lokomotive in der Regelung bedeutend elastischer, aber dafür ist sie auch um 34 % teurer.

Leergewicht	124000 kg
Reibungsgewicht	87500 »
Dienstgewicht	131000 »
Brennstoffvorrat	3400 »
Gröfste Geschwindigkeit	54 km/Std.
Gröfste Zugkraft	etwa 20000 kg.

Der Antriebsmotor ist ein umsteuerbarer, sechszylindriger Viertakt-Dieselmotor mit Lufteinspritzung, Bauart MAN, mit ölgekühltem Kolben. Zylinderdurchmesser 450 mm, Kolbenhub 420 mm, minutliche Umdrehungszahl bis 450. Zum Anlassen ist ein Luftkompressor für 80 at Druck vorhanden. Die Normalleistung ist 800 PS bei 300 Umdrehungen, die Höchstleistung 1200 PS bei 450 Umdrehungen/Min.

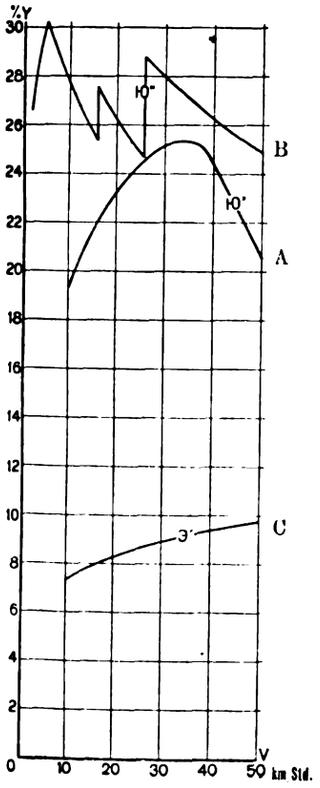


Abb. 8. Veränderung des Wirkungsgrades Y mit der Geschwindigkeit bei jeweils gröfstmöglicher Zugkraft.

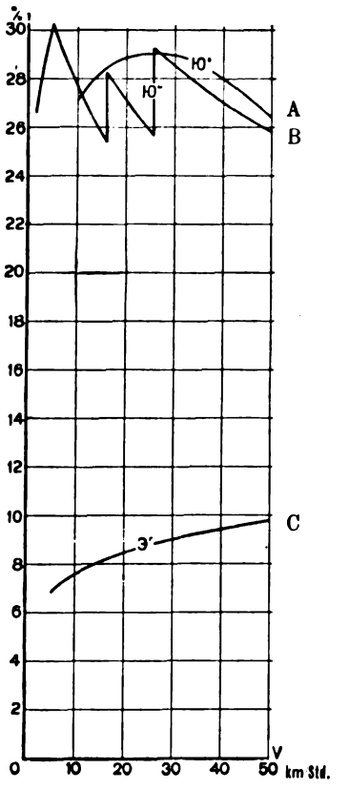


Abb. 9. Höchstwerte des Wirkungsgrades Y bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

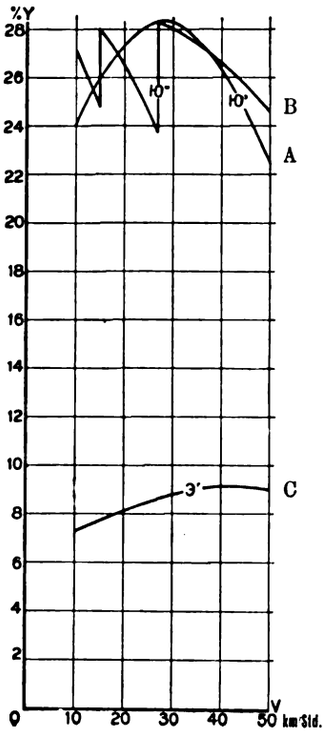


Abb. 10. Veränderung des Wirkungsgrades Y mit der Geschwindigkeit bei gleichbleibender Leistung $N_k = 800$ PS.

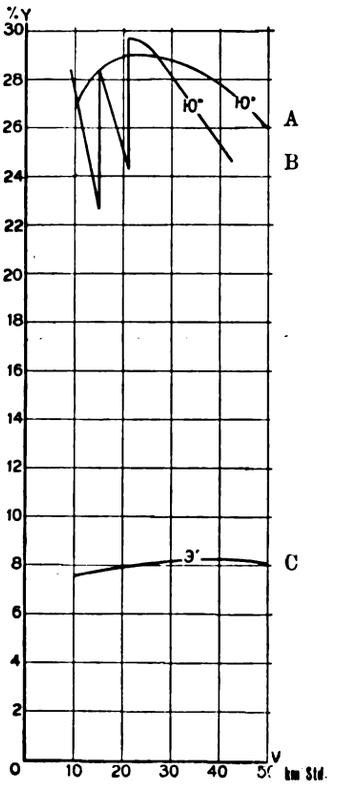


Abb. 11. Veränderung des Wirkungsgrades Y mit der Geschwindigkeit bei gleichbleibender Leistung $N_k = 600$ PS.

A Diesel-elektrische Lokomotive. B Diesel-Getriebelokomotive. C Dampflokomotive.

Anhang.

Die vorstehenden Ausführungen ergänzen wir durch folgende uns von der Lokomotivfabrik Hohenzollern-Düsseldorf freundlichst zur Verfügung gestellte Angaben.

Die Lokomotive hat die Achsanordnung 2 E 1, der Rahmen ist als Blechrahmen ausgebildet.

Die Abmessungen sind:

Spurweite	1524 mm
Treibraddurchmesser	1320 »
Laufraddurchmesser	1030/950 »
Kurbelarmlänge	350 »
Fester Radstand	5720 »
Gesamtradstand	11935 »
Gesamtlänge über Puffer	16696 »

Die Kraftübertragung erfolgt von der Dieselmotorwelle durch die Hauptmagnetkupplung, die gleichzeitig Schwungrad ist, unter Zwischenschaltung einer Federkupplung auf das Zahnradgetriebe (von Krupp geliefert), dieses enthält zunächst Kegelzahnräder von der Übersetzung 1 : 1, sodann, wie schon oben erwähnt, drei durch elektromagnetische Lamellenkupplungen wechselweise einschaltbare Stirnräderpaare mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 7, 1 : 4 und 1 : 2. Von der Blindwelle aus werden die fünf Treibradsätze mit einem Kurbelarm von 350 mm angetrieben. Sämtliche Magnetkupplungen stammen vom Magnetwerk Eisenach G. m. b. H. Die Herstellung der Kegelzahnräder in den durch die Raumverhältnisse gegebenen, für die zu übertragende Leistung geringen Abmessungen und mit dem den neuzeitlichen Anforderungen entsprechenden aufserordentlich hohen Wirkungsgrad stellt eine besonders bemerkenswerte technische Leistung dar.

Digitized by Google

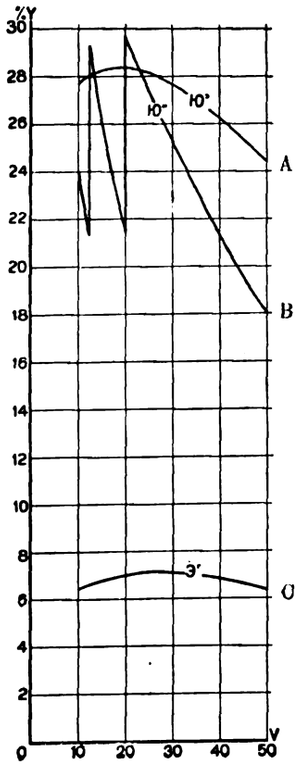


Abb. 12. Veränderung des Wirkungsgrades Y mit der Geschwindigkeit bei gleichbleibender Leistung $N_k = 400$ PS.

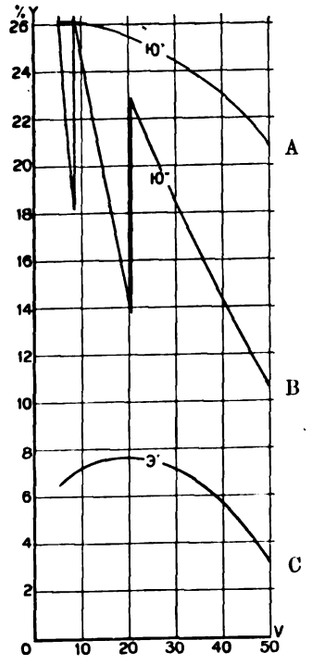


Abb. 13. Veränderung des Wirkungsgrades Y mit der Geschwindigkeit bei gleichbleibender Leistung $N_k = 200$ PS.

A Diesel-elektrische Lokomotiven. B Diesel-Getriebelokomotive. C Dampflokomotive.

Hilfsmaschinen. Der vierzylindrige, kompressorlose Viertakt-Hilfsdieselmotor (Bauart MAN) leistet 45 PS bei 1000 Umdrehungen Min. und treibt den Hilfskompressor, den Schraubenventilator für den Wasser- und Ölkühler und den Stromerzeuger für die Magnetkupplungen und die Beleuchtung. Für Stromlieferung im Stillstand ist eine Akkumulatorenbatterie vorhanden. Für die Heizung ist ein Heizkessel vorgesehen.

Die Lokomotive hat ein ganz geschlossenes Führerhaus mit Führer- und Maschinistenstand an nur einem Ende. Unterhalb des Daches ist ein grofses Auspuffrohr vorgesehen. Nach Bedarf werden die Abgase zur Heizung eines kleinen Dampfkessels für den Heizdampf verwendet. Die Kühler mit Ventilator sind vor dem Führerstand angeordnet, die Brennstoffbehälter seitlich unter dem Fufsbleche. Durch Untersetzen geeigneter Radsätze kann die Lokomotive auch auf regelspurigen Gleisen betrieben werden, so dafs eingehende Fahrversuche auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn ausgeführt werden können.

Am 16. April fand dank dem Entgegenkommen der Bestellerin sowie der Bauanstalt in Düsseldorf eine Vorführung der Lokomotive auf dem Prüfstand der russischen Staatseisenbahnen vor einem Kreis geladener Gäste statt. Die Lokomotive wurde dabei den verschiedenen Arbeitsbedingungen unterworfen. Die Leistung wurde an den Tragrollen des Prüfstandes abgebremst, die Zugkraft konnte an einer Mefsdose abgelesen werden. Sie erreichte als Höchstwert rund 19000 kg bei einer Geschwindigkeit von etwa 10 km/Std. Beim Übergang von einem Getriebegang zum andern konnte keinerlei Stofs wahrgenommen werden. Auch das ruhige und geräuschlose Arbeiten der Zahnräder war beachtenswert. Nach Abbruch der etwa einstündigen Prüfstandsversuche, machte die Lokomotive noch kurze Fahrten auf dem Fabrikhof, wobei sie durch Ankuppeln einiger kalter P 8 Lokomotiven belastet war.

Dr. Uc.

Die Einstellung des Lokomotivrahmens auf den Ablaufbergen.

Von Dipl.-Ing. G. Wittrock, Reichsbahnbauführer, Charlottenburg.

Hierzu Tafel 15.

A. Die Befahrbarkeit der Ablaufberge und die Grundzüge eines Verfahrens zur Untersuchung der Einstellung der Lokomotiven auf diesen.

Die dem immer stärker werdenden Verkehr angepafsten und im Hinblick auf gröfste Wirtschaftlichkeit entworfenen neuzeitlichen Lokomotiven geben durch ihre beträchtlichen Achsstände Veranlassung, der Frage der Abrundungshalbmesser bzw. der Knickwinkel der Ablaufberge besondere Beachtung zu schenken. Die älteren, kürzeren Lokomotiven konnten anstandslos alle Ablaufberge befahren und so verwendete man in der Praxis neu auftauchende Lokomotivgattungen in dieser Hinsicht ebenso freizügig wie früher. Allmählich zeigte sich jedoch immer häufiger, dafs gewisse neue Lokomotivgattungen auf den Ablaufbergen leicht entgleisten oder auch Federbrüche auftraten. Damit ergab sich die Notwendigkeit, für bestimmte Lokomotivbauarten das Befahren der Ablaufberge zu verbieten, weil sie wegen der Länge ihres Achsstandes, der Art ihrer Ausgleichhebel- und Federanordnung hierfür ungeeignet waren. Die Durchführung dieser Mafsnahmen wird dadurch erschwert, dafs die Ablaufberge mit verschiedenen Abrundungshalbmessern ausgebildet sind und daher die Fahrbeschränkungen nicht überall dieselben Lokomotivgattungen betreffen. Vom Standpunkt des Lokomotivbaues aus wird man selbstverständlich für die Ausführung möglichst grofser Abrundungshalbmesser eintreten, da dann die Freizügigkeit der Lokomotiven am wenigsten beschränkt wird. Da aber mit wachsendem Halbmesser die Länge der Gleisanlagen zunimmt, so wird der Bauingenieur danach streben, einen möglichst kleinen Abrundungshalbmesser auszuführen. Es mufs daher zwischen den beiden sich widersprechenden Forderungen ein Mittelweg gefunden werden, der den Ansprüchen beider Richtungen ausreichend Rechnung trägt. Für den Abrundungsbogen der Ablaufberge scheint diese Grenze bei 200 m zu liegen; mit diesem Wert lassen sich die Lokomotiven wohl durchgehend noch freizügig entwerfen und den Erfordernissen des Bahnhofbaues dürfte damit auch Genüge getan sein. Entsprechende Überlegungen gelten auch für die Knickwinkel des hohlen Neigungsüberganges.

Als die Entgleisungen auf den Ablaufbergen häufiger wurden, verbot man zunächst das Befahren der Ablaufberge durch die häufig von diesen Unfällen betroffenen Lokomotivgattungen. Jedoch läfst diese praktische Mafsnahme es nicht minder wünschenswert erscheinen, die Fahrbeschränkung auf Ablaufbergen durch eine wissenschaftliche Untersuchung festzulegen, genau wie man sich über die Bogenläufigkeit der Lokomotiven Klarheit verschafft. Diese Untersuchung ist nicht nur von vornherein bei neuen Lokomotiven wertvoll, sondern die Nachprüfung dürfte vielfach auch für vorhandene Lokomotiven zweckmäfsig sein; man darf nicht übersehen, dafs auch Lokomotiven, die auf den Ablaufbergen nicht entgleisen, für die Fahrt über diese ungeeignet sein können, denn es können dabei durch Überbeanspruchung der Federn und des Rahmens Schäden auftreten, deren Ursache zunächst nicht erkennbar ist. Für die Untersuchung dieser Verhältnisse soll im folgenden ein Verfahren entwickelt werden, mit dem man die Einstellung des Rahmens, der Ausgleichhebel und Federn einer Lokomotive

Digitized by Google

auf einem in senkrechter Ebene gebogenen oder gebrochenen Gleis ermitteln kann. Hiernach kann man entscheiden, welche Lokomotiven für die verschiedenen Ablaufberge zugelassen werden können bzw. in welchem Umfange eine neue Lokomotivbauart verwendbar ist. Die Untersuchung wurde dadurch angeregt, dafs die neuen Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn im Eisenbahnzentralamt auf ihre Eignung für die Ablaufberge nachgeprüft werden mufsten.

Der Beurteilung der Befahrbarkeit der Ablaufberge müssen folgende Gesichtspunkte zugrunde gelegt werden:

Es mufs vermieden werden:

1. Unzulässige Entlastung einzelner Achsen und Aufsetzen von Achsbüchsen auf die Achsgabelstege, damit unter Umständen Anheben von Achsen (Endachsen beim erhabenen Bogen, Mittelachsen beim hohlen Bogen); dadurch Entgleisungsgefahr.
2. Unzulässige Mehrbelastung einzelner Achsen (Mittelachsen beim erhabenen Bogen, Endachsen beim hohlen Bogen), Aufsetzen des Rahmens auf die Achsbüchsen; damit Gefahr der Überbeanspruchung und des Bruches von Tragfedern.
3. Unzulässiger Ausschlag von Federspannschrauben; Hineinragen in die Umgrenzungslinie für die Fahrzeuge.
4. Unzulässige Schiefstellung von Dreh- und Lenkgestellen, dadurch Verbiegen von Drehzapfen.

Das Ziel der Untersuchung ist die Aufzeichnung der auf dem Ablaufberg sich einstellenden Lage des Rahmens, der Ausgleichhebel und der Federn sowie die Ermittlung der eintretenden Belastungsänderungen der Achsen. Die Relativverschiebungen zwischen Achsbüchsen und Rahmen zu 1. und 2. sowie die Verschiebungen zu 3. und 4. lassen sich aus der Darstellung der Rahmenlage ermitteln. Bei der zeichnerischen Wiedergabe dient zur Kennzeichnung der Rahmenverschiebungen eine auf dem Rahmen gedachte Linie, die bei Stellung auf wagrechtem Gleis wagrecht durch die Mitten aller Kuppelachsen geht und sich von vorn bis hinten über die ganze Maschinenlänge erstreckt. Auf diese Linie werden alle Lagenveränderungen des Rahmens bezogen. Als Grundstellung der Lokomotive soll die Stellung auf der durch den Scheitel des Ablaufberges gehenden Wagrechten angesehen werden und die Absenkung des Gleises bei den einzelnen Achsen auf diese Wagrechte bezogen werden. In den Zeichnungen sind die Höhenverschiebungen der Deutlichkeit halber in verzerrtem Mafsstab gegenüber den Achsständen usw. aufgetragen. Das Mafsstabverhältnis kann an sich beliebig sein; die kreisbogenförmige Abrundung erscheint allerdings als Kreisbogen nur bei den Mafsstabverhältnissen des Royschen Verfahrens.

Den Kernpunkt des ganzen Problems erfafst man mit der Fragestellung: Wie stellt sich ein mehrfach unterstützter Balken (der Lokomotivrahmen) ein, wenn seine abgefederten Stützpunkte um bestimmte Beträge gesenkt oder gehoben werden und welche Stützdrücke ergeben sich hierbei? Da aber meist mehrere Achsen durch Ausgleichhebel verbunden sind, so ist die Zahl der Stützpunkte nicht gleich der Zahl der Achsen; vielmehr wirkt jede durch Ausgleichhebel verbundene Gruppe von Achsen wie eine Stütze. In jeder Stützgruppe bleibt, solange die Ausgleichhebel wirksam sind, das Verhältnis der Belastungen der einzelnen Achsen infolge der gleichbleibenden Hebelarme auch dann gleich, wenn sich die Gesamtbelastung der Gruppe ändert. Bei vielen Lokomotiven sind bei normaler Stellung auf wagrechtem Gleis nur zwei Stützen oder Stützgruppen vorhanden; bei diesem statisch bestimmten Belastungsfall sind die Stützdrücke von der Elastizität der Tragfedern auch bei Höhenverschiebungen der Stützen unabhängig. Bei mehr als zwei Stützen oder Stützgruppen handelt es sich um eine statisch unbestimmte Aufgabe, bei der die Stützdrucke und Stützdruckänderungen bei Höhenverschiebungen von der Formänderung der Federn abhängen.

Die Hauptschwierigkeit der Untersuchung ergibt sich aus der Tatsache, dafs durch das Anschlagen von Ausgleichhebeln an die Rahmenausschnitte die Zahl der voneinander unabhängigen Stützen zunimmt, so dafs vielfach der Fall der zweifachen, statisch bestimmten Stützung in den der statisch unbestimmten drei-, vier- oder mehrfachen Stützung übergeht. Das Anschlagen der Ausgleichhebel an den Rahmen bei der Fahrt über Ablaufberge ist natürlich unbedenklich, wenn die obigen Forderungen 1 bis 4 erfüllt sind; auch würde ein vollständiger Höhenausgleich der Achsen durch die Ausgleichhebel bei diesen Ausschläge erfordern, die sich konstruktiv nicht verwirklichen lassen. Die Zunahme der Zahl der unabhängigen Stützen erklärt sich daraus, dafs durch das Anschlagen der Ausgleichhebel für die angeschlossenen Federn ein neuer Festpunkt geschaffen wird, womit der Ausgleich zwischen den Federn aufhört und sie wie zwei unverbundene unabhängige Stützen wirken. Beispielsweise hat die in Abb. 1 dargestellte 1 C-Lokomotive ursprünglich zwei unabhängige Stützgruppen, die Laufachse mit Einzelfeder und die Gruppe der drei durch Ausgleichhebel verbundenen Kuppelachsen. Auf dem Ablaufberg schlägt der hintere Ausgleichhebel an, die letzte Kuppelachse wird dadurch eine unabhängige Stütze, und für die Ermittlung der elastischen Formänderungen der Federn ist mit drei voneinander unabhängigen Stützen zu rechnen. Ein Anschlagen der Ausgleichhebel tritt um so eher ein, je mehr Achsen zu einer Gruppe vereinigt sind, am meisten daher bei Lokomotiven mit zwei Stützgruppen. Es ist daher zunächst zu untersuchen, wieviel unabhängige Stützpunkte sich für die betrachtete Lokomotive bei der Einstellung auf dem Ablaufberg ergeben, d. h. wieviel Ausgleichhebel zum Anschlag kommen; dann ist festzustellen, um welche Beträge die einzelnen Stützen noch gesenkt werden müssen, nachdem die Ausgleichhebel vorher schon einen teilweisen Ausgleich in der Höhenlage der einzelnen Achsen bewirkten.

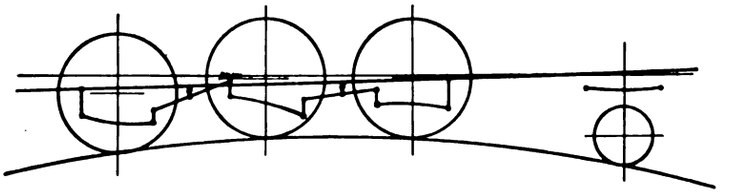


Abb. 1.

Der Gedankengang der Untersuchung ist daher folgender: Von der Grundstellung auf der Scheitelwagrechten aus werden der Rahmen bzw. die Achsen zunächst soweit gesenkt, wie dies der Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel gestattet. Die Federlasten bleiben hierbei noch unverändert. Es ergibt sich die Zahl der anschlagenden Ausgleichhebel, somit die Zahl der unabhängigen Stützen. Da nach diesem Vorgang meist die dem Ablaufberg nach erforderlichen Absenkungen der Achsen noch nicht erreicht sein werden, sind die von den Ausgleichhebeln nicht mehr aufnehmbaren Senkungsbeträge als Senkungen einzelner Stützen eines mehrfach unterstützten Balkens anzusehen. Die einzelnen Stützdrücke und der Einflufs der elastischen Formänderung der Federn sind hiernach zu ermitteln.

Ein verhältnismäfsig seltener Sonderfall tritt dann ein, wenn bei einer Lokomotive mit zwei Stützgruppen kein Anschlagen, sondern ein vollständiger Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel eintritt. In diesem statisch bestimmten Fall tritt keine Veränderung der Achslasten ein, da in jeder Gruppe wie beim zweiachsigen Fahrzeuge die Gesamtlast und infolge der Ausgleichhebel das Verhältnis der Einzellasten, mithin auch deren Höhe, gleich bleibt.

Digitized by Google

B. Darstellung des Untersuchungsverfahrens.

Die Untersuchung soll von dem häufigen Fall der ursprünglich, d. h. auf ebenem Gleis, zweifach unterstützten Lokomotive ausgehen. Zur Verdeutlichung der allgemeinen Ausführungen schliefst sich sogleich die Durchrechnung eines Beispiels an. Dieses behandelt die 2 C 1 - h 4 v Schnellzuglokomotive, Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn, deren für die vorliegende Untersuchung wesentliche Abmessungen aus Abb. 2 zu entnehmen sind. Der Abrundungshalbmesser des Ablaufberges betrage 200 m.

a) Rahmenverschiebung ohne Federdruckänderung (siehe Abb. 3).

Es werden folgende Bezeichnungen eingeführt:

h = Höhenverschiebungen der Achsen, gerechnet von S. O. eines wagrecht durch den Scheitel gehenden Gleises bis auf S. O. des gekrümmten Berggleises,

s = Höhenverschiebungen des Rahmens,

a = Relativverschiebungen zwischen Achsen und Rahmen,

f = Relativverschiebungen zwischen Federendpunkten und Rahmen (gleich Relativverschiebungen zwischen Augen der Ausgleichhebel und Rahmen).

P = Achsbelastungen,

l = Längen der Ausgleichhebelarme.

Die Beiziffern bei h bis P deuten die Zugehörigkeit zu den Achsen an, Beisatz s gilt für den Schwerpunkt.

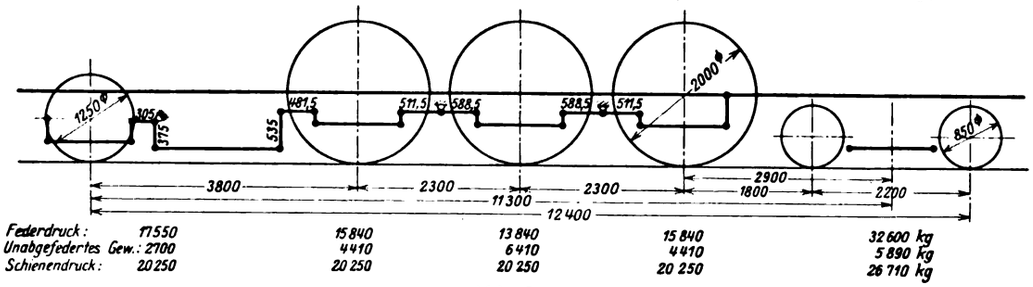


Abb. 2.

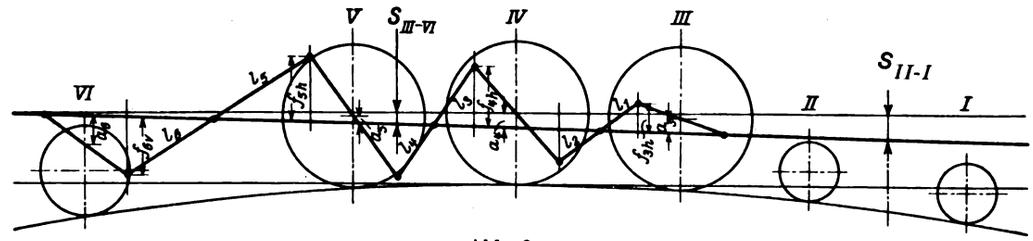


Abb. 3.

In Abb. 3 ist die Darstellung so wiedergegeben, dafs die Festpunkte der Federn und Drehpunkte der Ausgleichhebel sämtlich auf der Rahmenlinie liegend gedacht wurden, da die Fortlassung der Federspannschrauben usw. die Übersicht über die Verschiebungsvorgänge erleichtert.

Nachdem man die Absenkungen h der einzelnen Achsen gegenüber der Wagrechten durch den Scheitel errechnet hat, beginnt man mit der Aufzeichnung der Rahmenlage, die sich bei vollständigem Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel ergeben würde. Da während dieses Ausgleiches noch keine Stützdruckänderungen eintreten (siehe oben erörterter Sonderfall), so nehmen die Tragfedern weder Arbeit auf noch geben sie welche ab. Die Summe der Senkungsarbeiten der Einzelachsen (Senkung bezüglich der Scheitelwagrechten $\times$ Achsdruck) mufs daher gleich der Senkungsarbeit des Schwerpunktes der betreffenden Gruppe sein. Die Schwerpunktsenkungen ergeben sich daher allgemein zu

$$s_s = \frac{\Sigma\,(P\,.\,h)}{\Sigma\,P}.$$

Die Beträge s_s für beide Gruppen ergeben zwei Rahmenpunkte, die die Rahmenlage bestimmen. Die Höhenlage des Rahmens bei den einzelnen Achsen ergibt sich danach leicht analytisch oder graphisch zu s_1 bis s_6. Die relative Lage der Achsen bei der neuen Rahmeneinstellung ergibt aus

$$a = h - s \quad \text{die Beträge } a_1 \text{ bis } a_6$$

für die Achsen. Nun werden die Bewegungen der Federn (die noch keine Belastungsänderungen erfuhren) und der Ausgleichhebel ermittelt. Man mufs dabei, an der Endachse einer Gruppe beginnend, von Achse zu Achse fortschreiten und kommt bei richtiger Durchführung auf die Relativverschiebung 0 beim Federfestpunkt an der anderen Gruppenendachse. Wir gehen z. B. von Achse III aus: Ist a_3 die Relativverschiebung der Achse, so bildet die Feder einen einarmigen Hebel, der sich um den vorderen Festpunkt dreht und hinten relativ zum Rahmen die Hebung $f_{3h} = 2\,a_3$ erfährt.

f_{3h} ist zugleich die Hebung des Vorderendes des Ausgleichhebels III—IV. Dieser senkt sich hinten um den im Verhältnis seiner Hebelarme umgerechneten Betrag f_{3h}, nämlich

$$f_{4v} = -\,f_{3h}\cdot\frac{l_2}{l_1}.$$

Die Feder IV ist vorn um den Betrag f_{4v}, in der Mitte um a_4 gegen den Rahmen verschoben; es ist leicht einzusehen, dafs sie sich hinten gegen den Rahmen um

$$f_{4h} = -\,f_{4v} + 2\,a_4$$

gehoben, der Ausgleichhebel IV—V vorn diese Hebung erfahren hat. Entsprechend ist

$$f_{5v} = -\,f_{4h}\cdot\frac{l_4}{l_3}$$

$$f_{5h} = -\,f_{5v} + 2\,a_5$$

$$f_{6v} = -\,f_{5h}\cdot\frac{l_6}{l_5}.$$

Da Feder VI hinten wieder einen Festpunkt am Rahmen hat, so schliefst sich der Kreis mit

$$f_{6h} = -\,f_{6v} + 2\,a_6 = 0.$$

Die praktische Durchführung dieser Rechnung ergibt in der Regel, wie auch nachher unser Beispiel zeigt, dafs die positive (nach oben gehende) Bewegung einiger Ausgleichhebel gröfser ist, als der gegebene Spielraum am Rahmen zuläfst. Man vermindert daher alle Senkungsbeträge im Verhältnis so, dafs der bei der Senkung den Rahmen zuerst berührende Ausgleichhebel gerade zum Anliegen kommt, d. h. wenn f die Hebung des Ausgleichhebels bei freier Einstellung, F die tatsächlich mögliche Hebung des Ausgleichhebels ist, so sind alle h im Verhältnis $\frac{F}{f}$ zu verkleinern. Im gleichen Verhältnis nehmen die Beträge s und die übrigen f ab.

$$h\,.\,\frac{F}{f} = h'$$

$$s\,.\,\frac{F}{f} = s'.$$

Die Rahmenlage s', bzw. die Achsenlage h' geben an, wieweit ein Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel ohne Federdruckänderung möglich ist. Die Restbeträge der Senkungen $h'' = h - h'$ sind jetzt als Stützensenkungen eines mehrfach elastisch unterstützten Balkens anzusehen, dessen neue Nullage die Beträge s' angeben.

Digitized by Google

Steht nach Lage der Verhältnisse zu erwarten, dafs ein weiterer Ausgleichhebel aufser dem zuerst anschlagenden bei der folgenden elastischen Senkung zur Berührung kommt, so wird dessen Anliegen am Rahmen jetzt gleich ohne Federdruckänderung durch Verschieben der Achsen hergestellt. Für die betreffenden Achsen ändern sich natürlich die Beträge h''. (s. Beispiel).

Bevor wir nun die Verhältnisse bei weiterer Senkung unter Formänderung der Federn betrachten, wollen wir die obigen Ausführungen auf das Beispiel anwenden (s. Zusammenstellung 1). Hier bilden die Achsen I bis II und die Achsen III bis VI je eine Gruppe. Gruppe I—II senkt sich um 68 mm (die Achssenkungen h sind in Zeile 1 Zusammenstellung 1 eingetragen).

Senkung des zweiten Gruppenschwerpunktes:

Senkungsarbeit Achse III = 15,84 t . 1,3 cm = 20,6 cmt
» » IV = 13,84 t . 0 » = 0 »
» » V = 15,84 t . 1,3 » = 20,6 »
» » VI = 17,55 t . 9,3 » = 163,0 »
204,2 cmt

Achslasten III bis VI = 63,08 t

$$\text{Schwerpunktsenkung} = \frac{204{,}2}{63{,}08} = 32{,}4 \text{ mm.}$$

Damit ist die Rahmenverschiebung festgelegt; die Höhenlage des Rahmens in der Ebene der Achsen (s_1 bis s_6) ist hiernach in Zeile 2 angegeben. In Zeile 3 ist die relative Achsenlage a_1 bis a_6 eingetragen. Die Ausschläge der Ausgleichhebel verfolgen wir in schrittweisem Vorgehen von Achse zu Achse wie oben beschrieben

$a_3 = h_3 - s_3 = 40{,}0$ mm, daher

Ausgleichhebel III—IV vorn um $2\,a_3 = 80$ mm gehoben

» III—IV hinten um

$$80 \cdot \frac{l_2}{l_1} = 80 \cdot \frac{588{,}5}{511{,}5} = 91{,}6 \text{ mm gesenkt}$$

» IV—V vorn um $91{,}6 + 2a_4$

$$= 91{,}6 + 82{,}4 = 174{,}0 \text{ mm gehoben}$$

» IV—V hinten um

$$174{,}0 \cdot \frac{l_4}{l_3} = 174{,}0 \cdot \frac{511{,}5}{588{,}5} = 151{,}4 \text{ mm gesenkt}$$

» V—VI vorn um

$$151{,}4 + 2\,a_5 = 184 \text{ mm gehoben}$$

» V—VI hinten um $184 \cdot \frac{l_6}{l_5} = 166{,}6$ mm gesenkt.

Es ist richtig $166{,}6 = 2\,a_6 = 2 \cdot 83{,}3$ mm.

Es können sich in Wirklichkeit heben

Ausgleichhebel IV—V um 60 mm,
» V—VI um 65 mm,

von denen Hebel IV—V zuerst anschlägt.

Wir berichtigen daher alle Beträge h und s im Verhältnis $\frac{60}{174}$ (Zeile 6, 7, 8). Da aber mit Sicherheit zu erwarten ist, dafs Hebel V—VI nachher noch zur Berührung kommen würde, so nehmen wir gleich eine entsprechende Verschiebung der Achsen V und VI vor: Hebel V—VI steht auf + 63,5 mm; er wird die Lage + 65 mm einnehmen. Daher heben wir Achse V um $\frac{65 - 63{,}5}{2} = 0{,}75$ mm und senken VI um $0{,}75 \cdot \frac{l_6}{l_5}$ mm; so erhalten wir die Achslage nach der vorläufigen Senkung in Zeile 9, die Restsenkungsbeträge h'' in Zeile 11.

Durch diesen ersten Teil der Untersuchung erhält man gleichzeitig die Anzahl der bei der Einstellung auf dem Ablaufberg voneinander unabhängigen Stützpunkte. Diese, sowie h'' bestimmen die Vorgänge bei der weiteren, mit Stützdruckänderungen verbundenen Absenkung.

Zusammenstellung 1.

Achse	VI	V	IV	III	II/I
A. Vollständiger Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel:					
1. Höhenverschiebungen der Achsen . . . . . h	— 93	— 13	± 0	— 13	— 68 mm
2. Rahmenlage nach vollst. Höhenausgleich d. d. Ausgleichhebel . . . . . s	— 9,7	— 29,3	— 41,2	— 53,0	— 68 »
3. Relative Achslage dabei . a	— 83,3	+ 16,3	+ 41,2	+ 40,0	± 0 »
4. Ausschläge d. Federenden bzw. Ausgleichhebel . . f					
nach unten	166,6	151,4	91,6	0	»
» oben	0	184	174	80	»
5. Ausschlagbegrenzung nach oben	—	65	60	60	»
B. Einstellung in dem Augenblick, in dem Hebel IV—V 60 mm Ausschlag zurückgelegt hat:					
6. Ausschläge der Feder- und Hebelenden nach oben . f'	—	63,5	60,0	27,6	mm
7. Rahmenlage . . . . . s'	— 3,3	— 10,1	— 14,2	— 18,3	— 23,4 »
8. Achslage . . . . . h'	— 32,1	— 4,5	± 0	— 4,5	— 23,4 »
C. Verschiebung bis zum Anschlage von Hebel V—VI:					
9. a) Zusätzliche Verschiebung der Achsen	— 0,7	+ 0,8	± 0	± 0	± 0 mm
b) Endgültige Achslage . h'	— 32,8	— 3,7	± 0	— 4,5	— 23,4 »
10. Erforderliche » . h	— 93	— 13	± 0	— 13	— 68 »
				— 8,5	
11. Restbeträge der Höhenverschiebung (bei Formänderung der Federn) . . h''	— 60,2	— 9,3	— 4,25		— 44,6 »
D. Verschiebung infolge Formänderung der Tragfedern:					
12. a) Federstärke . . . . . δ	300	300	600		400 kg/mm
b) Verhältniszahl . . . . α	1	1	2		1,333
13. Entlastung entsprechend d. Senkungsbetrage . . δ . h''	—18060	—2790	— 2550		— 17840 kg
14. Hervorgerufene Belastungsänderung durch Entlastung I—II a_1 bis a_4	— 3575	+ 630	+ 9000		+ 11785 kg
» III—IV b_1 » b_4	+ 270	+ 400	+ 1025		+ 855 »
» V c_1 » c_4	+ 1060	+ 735	+ 870		+ 125 »
» VI d_1 » d_4	+ 12130	+6870	+ 3885		— 4825 »
15. Resultierende Achsdruckänderung	— 8175	+5845	+ 12230		— 9900 »
16. Federdurch- bzw. -aufbiegung	+ 27,2	— 19,5	— 20,4		+ 24,7 mm
17. Rahmenbewegung (zu Abschnitt D) Zeile 11 + Zeile 16	— 33,0	— 28,8	— 24,7		— 19,9 »
18. Rahmenbewegung (zu Abschnitt B) Zeile 7 . . .	— 3,3	— 10,1	— 16,3		— 23,4 »
19. Resultierende Rahmenbewegung Zeile 17 + Zeile 18	— 36,3	— 38,9	— 40,9		— 43,3 »
20. Verteilung der Belastungsänderung auf die Einzelachsen der Gruppen . -	—	—	5690	6540	kg
21. Federdurchbiegung der einzelnen Federn	—	—	19,0	21,8	mm

b) Vereinfachtes Verfahren zur Berücksichtigung der Ausschläge der Ausgleichhebel.

Bevor die elastischen Formänderungen der Tragfedern behandelt werden, mufs noch eine Vereinfachung des vorstehenden Rechnungsganges erwähnt werden. Die Bezeichnungen sind dieselben wie unter a) jedoch ist für h' und h'' i' und i'' eingesetzt, da sich hier zahlenmäfsig andere Werte ergeben; doch ist wieder $h = i' + i''$. Das vereinfachte Verfahren ist dann anwendbar, wenn man die zum Anschlag kommenden Ausgleichhebel schätzungsweise bestimmt. Hätten wir in unserem

Digitized by Google

Beispiel das Anschlagen der Hebel IV—V und V—VI richtig vermutet, so könnte man die freien Absenkungen i' der Achsen III bis VI wie folgt bestimmen (s. Taf. 15).

Hebt sich das Vorderende des Winkelausgleichhebels um 65 mm, so sinkt die vordere Federspannschraube der Achse VI um $65 \cdot \frac{535}{481,5} \cdot \frac{305}{375} = 58,8$ mm und Achse VI kann um $i_6' = \frac{58,8}{2} = 29,4$ mm frei sinken.

$$i_6' = 29,4 \text{ mm.}$$

Achse V: Bei Achse V hebt sich die hintere Federspannschraube um 65 mm, der Ausgleichhebel IV—V schlägt vorn nach Hebung um 60 mm an; die vordere Federspannschraube V sinkt damit um $60 \cdot \frac{511,5}{588,5} = 52,3$ mm. Der Federmittelpunkt liegt damit auf $\frac{65 + (-52,3)}{2} = +6,4$ mm. Die freie Senkung beträgt also $= -6,4$ mm, d. h. infolge der Schiefstellung der Ausgleichhebel müfste bei unverändertem Federdruck die Achse 6,4 mm höher stehen wie vorher. Da

$$i_5 = -13 \text{ mm} \quad \text{und } i_5' = +6,4 \text{ mm}$$
$$\text{so ist } i_5'' = -13 - 6,4 = -19,4 \text{ mm.}$$

Achse III—IV: Zwischen den Achsen III und IV bleibt der Ausgleichhebel wirksam. Die hintere Federspannschraube IV hebt sich um 60 mm. Würde dieser Betrag allein auf Achse IV entfallen, so wäre $i_4' = \frac{60}{2} = +30$ mm; würde er von Achse III aufgenommen, so wäre $i_3' = \frac{60}{2} \cdot \frac{511,5}{588,5} = 26,2$ mm.

Da beide Achsen als eine Stütze wirken, so ist tatsächlich $i_{3-4}' = \frac{30 + 26,2}{4} = +14,05$ rund 14,1 mm

$$\text{damit } i_{3-4}'' = -6,5 - 14,1 = -20,6 \text{ mm.}$$

Die Beträge i'' entfallen wie die Beträge h'' auf die Formänderung der Federn. Das Endergebnis der Rechnung ist, obgleich

$$i' \neq h'$$
$$i'' \neq h'' \quad (\text{jedoch } i' + i'' = h' + h'')$$

praktisch dasselbe. Der Unterschied rührt davon her, dafs das vereinfachte Verfahren voraussetzt, dafs der Rahmen seine wagrechte Lage beibehält. Der Einflufs dieser Ungenauigkeit ist jedoch selbst bei ziemlich schiefliegendem Rahmen so klein, dafs das vereinfachte Verfahren überall dort verwendet werden kann, wo man sich bezüglich der Anschlagpunkte im klaren ist. So belief sich in einem Fall die Abweichung in den Stützdruckänderungen bei einer Rahmenschieflage von rund 45 mm auf die ganze Länge auf noch nicht 100 kg. In allen zweifelhaften Fällen empfiehlt sich jedoch der Rechnungsgang nach B a), bei dem die Anschlagpunkte zwangläufig erscheinen; man mufs sonst bei falschen Schätzungen die elastischen Formänderungen mehrmals nachrechnen.

c) Rahmeneinstellung bei elastischer Formänderung der Tragfedern.

Die statisch unbestimmte Aufgabe, die durch Höhenänderungen von Stützpunkten eintretenden Stützdruckänderungen und Rahmenverschiebungen zu bestimmen, kann auf verschiedene Weise gelöst werden; das Problem ist mehrfach in der Literatur behandelt worden, jedoch meist mit dem Zweck, das Einregeln der Schienendrucke zu erleichtern. Es ist hier zu nennen Dr. Ing. Lindemann, Glasers Annalen, 1904, II, S. 227, Prof. Denecke, Glasers Annalen 1906, II, S. 141, Jrotschek, Glasers Annalen 1920, I, S. 25. Es kommt stets darauf hinaus, die sogenannten Einflufslinien der Stützdrücke zu bestimmen, deren Ordinaten angeben, welche Stützdruckänderungen bei den einzelnen Stützen eintreten, wenn eine Stütze be- oder entlastet wird. Wir können für unseren Zweck uns der Einflufslinien darum bedienen, weil die Höhenänderung einer Stütze einer entsprechenden Be- oder Entlastung gleichwertig ist. Obgleich beide Rechnungsverfahren, das Lindemann-Deneckesche und das Jrotscheksche, dieselben Einflufslinien ergeben, soll hier der Rechnungsgang nach Denecke kurz angeführt werden. Begründet ist die Wahl dadurch, dafs bei diesem die Analogie der Anwendung bei verschiedenen Stützenzahlen sich fast von selbst ergibt und dadurch besonders bei einer hier oft vorkommenden gröfseren Stützenzahl die Ermittlung der Einflufslinien erleichtert wird. Nach der allgemeinen Ableitung folgt wieder die Anwendung auf das Beispiel.

Das angeführte Verfahren ergibt sich nach folgendem Gedankengang: Man bezeichnet als Schwerpunkt die Federanordnung den Punkt, dessen Belastung ein gleichmäfsiges Absinken aller Stützen, also paralleles Sinken des Rahmens verursacht. Dies ist zugleich der Punkt, um den sich der Rahmen bei Einwirkung eines reinen Momentes dreht (Abb. 4). Bei Belastung des Rahmens aufserhalb des Schwerpunktes der Federanordnung lagern sich Belastungs- und Momententwicklung übereinander. Es mufs hervorgehoben werden, dafs der Schwerpunkt der Federanordnung mit dem Massenschwerpunkt nicht identisch ist.

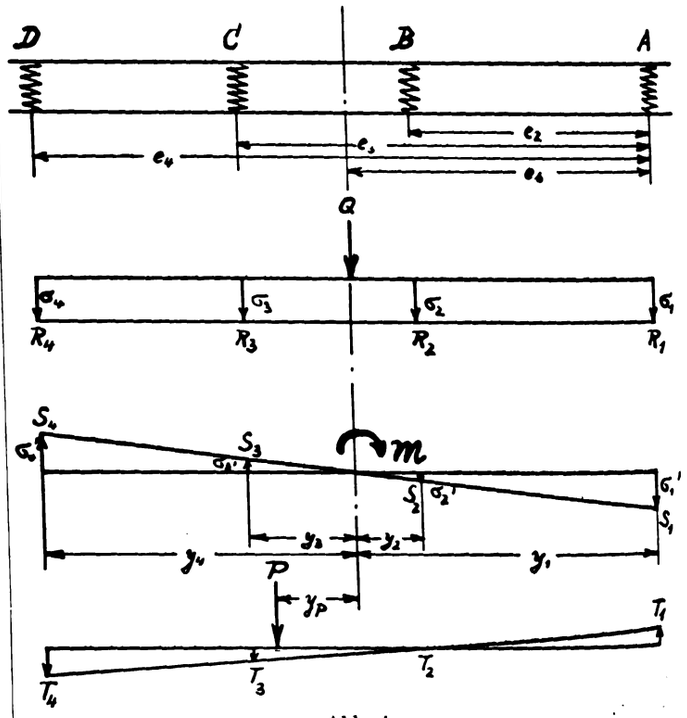


Abb. 4.

Es werden bezeichnet mit (vergl. Abb. 4)

R, S, T die Stützendrücke . . . . . in *kg*,
σ die Rahmenverschiebungen . . . in *mm*,
δ die Federstärke . . . . . in *kg/mm*.

(Bei einer durch Ausgleichhebel verbundenen Achsgruppe, die als eine Stütze wirkt, ist für δ nach der Zahl an Achsen 2 δ, 3 δ usw. zu setzen, wenn δ die Federstärke der einzelnen Federn ist.)

e die Stützenabstände von der ersten Stütze (A) in *m*,
y die Stützenabstände vom Schwerpunkt der Federanordnung . . . . . in *m*,
e_s der Abstand des Schwerpunktes der Federanordnung von der ersten Stütze (A) . . . in *m*.

Digitized by Google

Schwerpunkt der Federanordnung:

Belastung Q in diesem Punkte ruft gleichmäfsige Senkung des Rahmens hervor: $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = \sigma$.

Ferner ist: $Q = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

$$= \sigma_1 \delta_1 + \sigma_2 \delta_2 + \sigma_3 \delta_3 + \sigma_4 . \delta_4 = \sigma . \Sigma \delta$$

$$\sigma = \frac{Q}{\Sigma \delta}$$

damit $R_1 = \frac{Q}{\Sigma \delta} \delta_1 \qquad R_2 = \frac{Q}{\Sigma \delta} . \delta_2$ usw.

Weiter ist: $Q . e_s = R_2 . e_2 + R_3 . e_3 + R_4 . e_4$ (bezüglich Stütze A)

$$e_s . \sigma . \Sigma \delta . = \sigma (\delta_2 e_2 + \delta_3 e_3 + \delta_4 e_4)$$

$$e_s = \frac{\Sigma (\delta . e)}{\Sigma \delta}.$$

Einwirkung eines reinen Momentes M:

$$M = S_1 . y_1 + S_2 . y_2 + S_3 . y_3 + S_4 . y_4$$
$$= \sigma_1' \delta_1 y_1 + \sigma_2' \delta_2 y_2 + \sigma_3' \delta_3 y_3 + \sigma_4' \delta_4 . y_4.$$

Ferner $\frac{\sigma_1'}{y_1} = \frac{\sigma_2'}{y_2} = \frac{\sigma_3'}{y_3} = \frac{\sigma_4'}{y_4}$.

Dann ist $M = \frac{\sigma_1'}{y_1} (\delta_1 y_2^2 + \delta_2 y_2^2 + \delta_3 y_3^2 + \delta_4 y_4^2)$

$$= \frac{\sigma_1'}{y_1} \Sigma (\delta . y^2).$$

Daher $\sigma_1' = \frac{M . y_1}{\Sigma (\delta . y^2)}$; da $S_1 = \sigma_1' . \delta_1$

folgt: $S_1 = \frac{M . y_1 . \delta_1}{\Sigma (\delta . y^2)}$.

entsprechend $S_2 = \frac{M . y_2 . \delta_2}{\Sigma (\delta y^2)}$ usw.

Dafs der Rahmendrehpunkt bei Einwirkung eines reinen Momentes mit dem Schwerpunkt der Federanordnung zusammenfällt, ergibt sich leicht aus folgendem:

Da nur ein Moment wirkt, ist $\Sigma S = 0$, daher auch $\Sigma (y . \delta) = 0$.

Für eine beliebige Stütze im Abstand e ist

$$y = y_1 - e$$
$$\Sigma [(y_1 - e) \delta] = 0$$
$$\Sigma [y_1 . \delta) = \Sigma (e \delta)$$
$$y_1 = \frac{\Sigma e \delta}{\Sigma \delta}$$

also gleich e_s, wie behauptet.

Belastung P des Rahmens in einem beliebigen Punkt:

y_P = Abstand des Belastungspunktes vom Schwerpunkt der Federanordnung.

In diesem Falle ist reine Belastung und reine Momentwirkung vereinigt, wobei

$$Q = P$$
$$M = P . y_P.$$

Die Stützdrucke T setzen sich daher aus zwei Anteilen zusammen:

$$T = T' + T'', \text{ wobei}$$
$$T' = P . \frac{\delta}{\Sigma \delta}$$
$$\text{und } T'' = \frac{P . y_P}{\Sigma (\delta y^2)} . y . \delta.$$

Führt man für die Federstärken statt der Absolutwerte δ (Verhältniszahlen a ein, derart, dafs $\delta_1 = a_1 . \delta$, $\delta_2 = a_2 . \delta$ usw. δ = meist vorkommende Federstärke), so ergeben sich die Stützendrucke zu

$$T_1 = P . \frac{a_1}{\Sigma a} + \frac{P . y_P}{\Sigma (a y^2)} . y_1 . a$$
$$T_2 = P . \frac{a_2}{\Sigma a} + \frac{P . yp}{\Sigma a y^2} . y_2 . a_2 \text{ usw.}$$

Die bereits erwähnten Einflufslinien (Beispiel Abb. 5) geben den Einflufs der Be- bzw. Entlastung einer Stütze auf die Stützdrücke bei allen Stützen an. Die Ordinaten beziehen sich auf 1 t Belastungsänderung; der Hebelarm der Momentwirkung ist gleich dem Betrag y der Stütze, deren Last geändert wird.

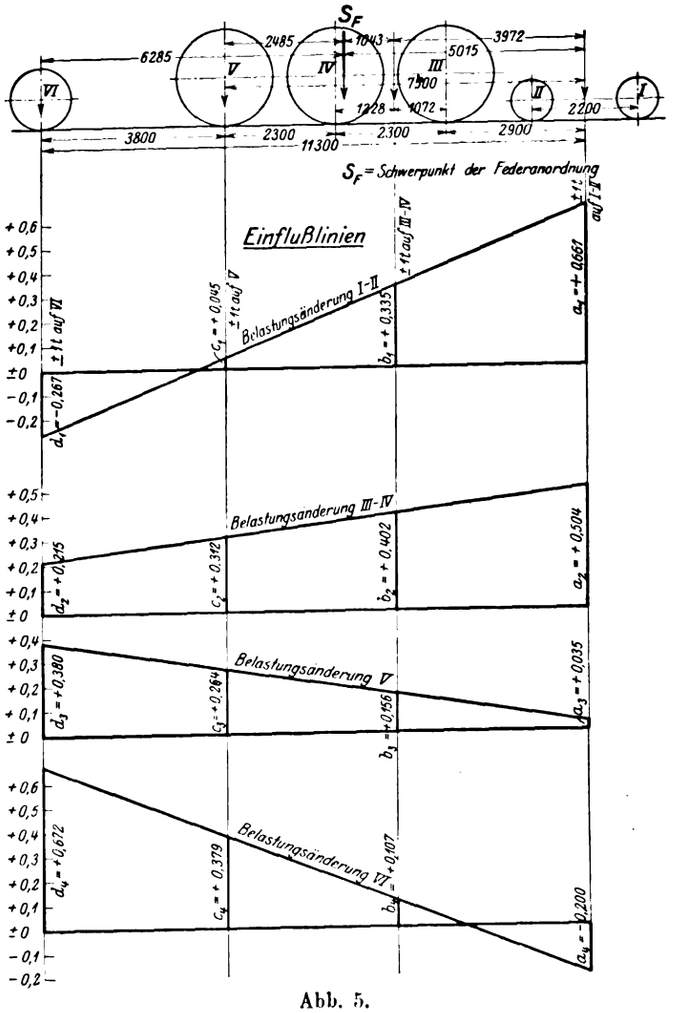


Abb. 5.

Es ist also $P = 1$ t, $y_P = y$.

Daher ist

Stützdruckänderung bei A, herrührend von Last 1 t auf A:

$$a_1 = \frac{a_1}{\Sigma a} + \frac{y_1}{\Sigma (a y^2)} . y_1 a_1;$$

Stützdruckänderung bei B, herrührend von Last 1 t auf A:

$$a_2 = \frac{a_2}{\Sigma a} + \frac{y_1}{\Sigma (a y^2)} . y_2 a_2.$$

$a_3 = \ldots\ldots \qquad a_4 = \ldots\ldots$

Die Summe aller Stützdruckänderungen mufs gleich der Mehrbelastung sein:

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 1 \text{ t (Kontrolle).}$$

Entsprechend

Stützdruckänderung bei A, herrührend von Mehrlast 1 t auf B:

$$b_1 = \frac{a_1}{\Sigma a} + \frac{y_2}{\Sigma (a y^2)} . y_1 a_1;$$

Stützdruckänderung bei B, herrührend von Mehrlast 1 t auf B:

$$b_2 = \frac{a_2}{\Sigma a} + \frac{y_2}{\Sigma (a y^2)} . y_2 a_2.$$

Weiter $b_3 = \ldots\ldots \qquad b_4 = \ldots\ldots$

ebenso c_1 bis c_4 und d_1 bis d_4.

Kontrolle durch

$$\Sigma b = 1, \ \Sigma c = 1, \ \Sigma d = 1$$

Digitized by Google

Mit den Beträgen a, b, c, d können die Einflufslinien aufgezeichnet werden (Beispiel Abb. 5). Die zusammen aufgetragenen Werte a_1, b_1, c_1, d_1 ergeben eine Gerade, die bei Druckänderung an irgend einer Stütze die hervorgerufene Belastungsänderung einer bestimmten Stütze darstellt. Bei Be- oder Entlastung einer bestimmten Stütze sind die Druckänderungen der anderen Stützen untereinander angeordnet, z. B. bei Be- oder Entlastung auf C

$$c_1,\ c_2,\ c_3,\ c_4.$$

Nun ist noch die Frage zu klären, in welcher Weise sich Höhenverschiebungen der Stützen als Laständerungen auswirken. Senkt man eine Stütze z. B. B um den Betrag λ_2, so tritt eine Mehrbelastung der übrigen Stützen ein. Es läfst sich leicht nachweisen, dafs diese Mehrbelastung ebenso grofs ist, als wenn am Punkt B eine Kraft von der Gröfse $\lambda_2 \,.\, \delta_2$ nach unten wirken würde. Einen Anteil dieser Mehrbelastung erhält B auch selbst, da bei der Senkung von B der Rahmen nachsinkt (Abb. 6). B erfährt also nicht nur die Entlastung $\lambda_2 \delta_2$, sondern auch die Mehrlast

$$b_2 \,.\, \lambda_2 \,.\, \delta_2 \quad (b_2 \text{ aus der Einflufslinie}).$$

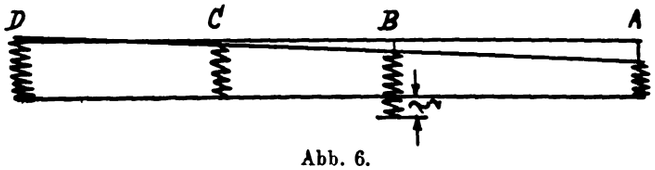


Abb. 6.

Die Änderung des Stützdruckes B beträgt daher

$$\lambda_2 \delta_2 - b_2 \,.\, \lambda_2 \delta_2.$$

Erfahren mehrere Stützen Höhenänderungen, so sind die dadurch hervorgerufenen Stützdruckänderungen gesondert zu ermitteln und zu addieren.

Bei Anwendung der vorstehenden Ausführungen auf unser Beispiel ergibt sich folgendes:

Schwerpunkt der Federanordnung.

$$y_1 = \frac{\Sigma(a\,e)}{\Sigma a} = \frac{26{,}744}{5{,}333} = 5{,}015$$

$$\begin{array}{lrl} \Sigma(a\,e) & 2\,.\ 3{,}972 = & 7{,}944 \\ & 1\,.\ 7{,}500 = & 7{,}500 \\ & 1\,.\ 11{,}300 = & \underline{11{,}300} \\ & & 26{,}744 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \Sigma a \quad 1{,}333 \\ \quad\ \ 2 \\ \quad\ \ 1 \\ \quad\ \ 1 \\ \hline \quad 5{,}333 \end{array}$$

$$\begin{array}{lrrr} y_2 = y_1 - e_2 = & 5{,}015 & 5{,}015 & 5{,}015 \\ & \underline{-3{,}972} & \underline{-7{,}500} & \underline{-11{,}300} \\ & y_2 = +1{,}043 & y_3 = -2{,}485 & y_4 = -6{,}285 \end{array}$$

Ermittlung der Einflufslinien.

Belastung I—II.

$$a_1 = \frac{a_1}{\Sigma a} + \frac{y_1}{\Sigma(a\,y^2)} \cdot y_1 \,.\, a_1$$

$$\begin{array}{lll} \Sigma(a\,y^2) & 1{,}333\,.\,5{,}015^2 & = 33{,}53 \\ & 2\ \ .\,1{,}043^2 & = \ \ 2{,}18 \\ & 1\ \ .\,2{,}485^2 & = \ \ 6{,}18 \\ & 1\ \ .\,6{,}285^2 & = \underline{39{,}50} \\ & & \ \ 81{,}39 \end{array}$$

$$\frac{y_1}{\Sigma(a\,y^2)} = \frac{5{,}015}{81{,}39} = 0{,}0616$$

$$\frac{a_1}{\Sigma a} = \frac{1{,}333}{5{,}333} = 0{,}250$$

$$a_1 = 0{,}250 + 0{,}0616 \,.\, 5{,}015 \,.\, 1{,}333 = \underline{+\,0{,}661}$$

$$a_2 = \frac{a_2}{\Sigma a} + \frac{y_1}{\Sigma(a\,y^2)} \cdot y_2 \,.\, a_2 =$$

$$\frac{2}{5{,}333} + 0{,}0616 \,.\, 1{,}043 \,.\, 2 = \quad 0{,}376 + 0{,}128 = \underline{+\,0{,}504}$$

$$a_3 = \frac{1}{5{,}333} + 0{,}0616 \,.\, (-2{,}485) \,.\, 1 = 0{,}188 - 0{,}153 = \underline{+\,0{,}035}$$

$$a_4 = \frac{1}{5{,}333} + 0{,}0616 \,.\, (-6{,}285) \,.\, 1 = 0{,}188 - 0{,}388 = \underline{-\,0{,}200}$$

Kontrolle Σa_1 bis $a_4 = 1{,}000$.

Da die Einflufslinien geradlinig verlaufen, so genügt die Berechnung einer zweiten Ordinate zur Festlegung.

Belastung VI.

$$\delta_1 = \frac{a_1}{\Sigma a} + \frac{y_4}{\Sigma(a\,y^2)} \cdot y_1\, a_1$$

$$= 0{,}250 + \frac{-6{,}285}{81{,}39} \,.\, 5{,}015 \,.\, 1{,}333$$

$$= 0{,}250 - 0{,}0722 \,.\, 5{,}015 \,.\, 1{,}333$$

$$= 0{,}250 - 0{,}517 = \underline{-\,0{,}267}$$

$$\delta_2 = 0{,}376 - 0{,}0722 \,.\, 1{,}043 \,.\, 2 = 0{,}376 - 0{,}161 = \underline{+\,0{,}215}$$

$$\delta_3 = 0{,}188 - 0{,}0722 \,.\, (-2{,}485) \,.\, 1$$

$$= 0{,}188 + 0{,}192 = \underline{+\,0{,}380}$$

$$\delta_4 = 0{,}188 - 0{,}0722 \,.\, (-6{,}285) \,.\, 1$$

$$= 0{,}188 + 0{,}484 = \underline{+\,0{,}672}$$

Die Einflufslinien sind in Abb. 5 gezeichnet; die Ordinaten b, c ergeben sich aus dem gradlinigen Verlauf.

Der weitere Rechnungsgang ist wieder an Hand der Zusammenstellung 1 zu verfolgen. Aus den Beträgen h'' für die Stützensenkung (Zeile 11) und der Federstärke (Zeile 12) ergeben sich die Entlastungsbeträge für die Senkung jeder einzelnen Stütze (Zeile 13). Nach Mafsgabe der Einflufslinien verteilen sich diese als Mehrbelastungen auf alle Stützen (Zeile 14). Z. B. hat die Entlastung von 2790 kg bei Achse V Mehrbelastung bei Achse VI von $c_4 \,.\, 2790 = 0{,}379 \,.\, 2790 = +\,1060$ kg zur Folge usw. Die Summe der Einzelbeträge (Zeile 13 + Zeile 14) ergibt die resultierende Änderung des Achsdruckes (Zeile 15). Hieraus ergibt sich die Federdurch- bzw. aufbiegung (Zeile 16) und die Rahmenbewegung infolge der Formänderung der Tragfedern (Zeile 17). Fügt man hierzu die vorher stattgefundene Verschiebung ohne Achsdruckänderung (Zeile 7), so ergibt sich in Zeile 19 die endgültige neue Rahmenlage. Eine Kontrolle ergibt sich aus der Tatsache, dass die neuen Rahmenpunkte wieder auf einer Geraden liegen müssen.

Mit den ermittelten Angaben kann die Aufzeichnung der Einstellung des Rahmens, der Federn und Ausgleichhebel auf dem Ablaufberg vorgenommen werden. Bei Stützgruppen von mehreren Achsen (III—IV) müssen noch die Belastungsänderungen auf die einzelnen Achsen im Verhältnis der Hebelarme des Ausgleichhebels verteilt werden (Zeile 20, 21). Auf Taf. 15 ist diese Darstellung für die 2 C 1 - h 4 v Schnellzuglokomotive Reihe 02, die 1 E - h 3 Güterzuglokomotive Reihe 44 und 1 E 1 - h 3 Tenderlokomotive Reihe 85, sämtlich Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn durchgeführt (für R = 200 m). Die Angaben bei der Reihe 02 weichen ganz geringfügig von den Werten der Zusammenstellung 1 ab, da die Zeichnung Taf. 15 mit Hilfe des oben unter (B. b) aufgeführten vereinfachten Verfahrens aufgestellt wurde. Da man aus der Darstellung auch die Relativverschiebungen zwischen Achsen und Rahmen entnehmen oder errechnen kann, so ist damit eine klare Entscheidung über die angeführten Kennzeichen 1) und 2) der Befahrbarkeit der Ablaufberge möglich. Bei der untersuchten 2 C 1 Lokomotive Reihe 02 treten auf dem Ablaufberg mit 200 m Abrundungshalbmesser keine unanlässigen Entlastungen oder Mehrbelastungen einzelner Achsen auf.

Digitized by Google

Die Durchführung des Ermittlungsverfahrens ist hier für den Fall gezeigt, dafs die Lokomotive auf einer kreisbogenförmigen Abrundung von 200 m Halbmesser steht; da die Ableitung allgemein gegeben wurde, kann man auf dieselbe Weise die Einstellung im hohlen Bogen, auf einem Gleisknick oder im Übergang verschiedener Abrundungs- oder Ausrundungshalbmesser aufzeichnen. Eine gewisse Abweichung der hier theoretisch ermittelten von der wirklichen Rahmeneinstellung wird durch die unbestimmten Einflüsse der Bolzen- und Federblattreibung, der Reibung in den Achslagerführungen usw. hervorgerufen; die erhaltenen Endergebnisse sind daher genauer, als praktisch notwendig ist. Es empfiehlt sich jedoch kaum, aus diesem Grunde bei den Ermittlungen noch weitere Vereinfachungen eintreten zu lassen, da bei den hintereinander erfolgenden Rechnungen die genaue Methode der Wirklichkeit am nächsten kommen wird.— Im Zusammenhang hiermit sei darauf hingewiesen, dafs der Einflufs der Schwerkraftkomponente bei Schiefstellung des Lokomotivrahmens unberücksichtigt geblieben ist.

Bei Lokomotiven, die von vornherein 3 oder mehr unabhängige Stützen oder Stützgruppen haben, kann ein ganz allgemein gültiger Untersuchungsgang wie bei 2 Stützen nicht angegeben werden. Es mufs hier in sinngemäfser Anwendung der obigen Ausführungen entweder erst ein gewisser Höhenausgleich durch die Ausgleichhebel vorgenommen werden oder es kann gleich mit der Stützensenkung unter Formänderung der Federn begonnen werden, letzteres, wenn anzunehmen ist, dafs keine Ausgleichhebel zum Anliegen kommen. Bezüglich des Anliegens von Ausgleichhebeln können Irrtümer vermieden werden, wenn man darauf achtet, dafs anschlagende Ausgleichhebel durch die verschiedenen Achsdrücke einseitig belastet sein müssen; denn wenn dies nicht der Fall wäre, würde eben kein Anschlagen eintreten.

d) Ausschläge der Federspannschrauben und Schiefstellung der Drehzapfen.

Zum Schlufs sei noch kurz auf die Berücksichtigung der Ausschläge der Federspannschrauben und der Drehzapfenschiefstellung eingegangen.

Die Ausschläge der Federspannschrauben werden auch mit Hilfe der Aufzeichnung Taf. 15 gefunden. Es ist dabei zu beachten, dafs die senkrechten Ausschläge meist in anderem Mafsstab dargestellt sind als die Achsstände, die Raddurchmesser und mit diesen auch die Längen der Federspannschrauben. In Zusammenstellung 2 ist die Ermittlung bei dem durchgerechneten Beispiel wiedergegeben. Wie in Taf. 15 ersichtlich, kommen hier für die Nachprüfung nur die Achsen V und VI in Frage. Man stellt unter Berücksichtigung der verschiedenen Mafsstäbe fest, um welche Beträge sich die Federspannschrauben relativ zum Rahmen verschoben haben (Zeile 5); ferner mufs die bei der Einstellung auf dem Ablaufberge bei der betr. Federspannschraube auftretende Relativverschiebung zwischen Rahmen und Schienenoberkante ermittelt werden (Zeile 8). Aus den Rahmenzeichnungen entnimmt man die ursprüngliche Höhenlage der Federspannschrauben (Zeile 9). Dann ergibt sich aus der Höhenverschiebung der Spannschrauben und der Relativverschiebung des Rahmens die auf dem Ablaufberg vorhandene Höhe der Spannschraube über S. O. (Zeile 10). Berücksichtigt man noch die Radreifenabnutzung, so ergeben sich die Werte der Zeile 11.

Bei der behandelten 2 C 1 - Schnellzuglokomotive wird die Umgrenzung für die Fahrzeuge (100 mm über S. O.) praktisch nicht überschritten. Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse wegen der kleineren Raddurchmesser bei den Güterzuglokomotiven. Es wird sich hier kaum vermeiden lassen, für den Gipfel des Ablaufberges, zum mindesten bei abgenutzten Radreifen, ein gewisses Hinausragen der Federspannschrauben unter die Umgrenzungslinie für die Fahrzeuge zuzulassen.

Zusammenstellung 2.

Achse	VI	V
1. Ausgleichhebelauge unter Rahmenlinie tatsächlich (1 : 1)	412	213 mm
2. Dasselbe in Zeichnung Taf. 15 (1 : 25) . .	16,5	8,5 „
3. Tieflage des Ausgleichhebelauges nach Einstellung auf dem Ablaufberg, abgegriffen aus Taf. 15	31,2	22,3 „
4. Senkrechte Verschiebung des Auges in der Zeichnung (Zeile 2 — Zeile 3) . . .	—14,7	— 13,8 „
5. Wirkliche Höhenverschiebung (da Höhenverschiebungen in Zeichnung im Mafsstab 1 : 4 erscheinen)	— 59	— 55 „
6. Rahmensenkung in Querebene des Ausgleichhebelauges (aus Taf. 15)	37	39 „
7. S. O. unter d. d. Scheitelwagrechten in derselben Querebene	85	7 „
8. Rahmenverschiebung gegen S. O. . . .	+ 48	— 32 „
9. Urspr. Höhenlage d. Federspannschraube über S. O.	160	417 „
10. Neue Höhenlage d. Federspannschraube über S. O. bei neuen Radreifen (Zeile 9 + Zeile 8 + Zeile 5)	149	330 „
11. Höhenlage d. Federspannschrauben nach 50 mm Abnutzung der Radreifen . . .	99	280 „

Bezüglich der Drehzapfen ist festzustellen, dafs die zwanglos mögliche Neigung der Dreh- und Lenkgestelle gegen den Rahmen von dem Spiel zwischen Drehzapfen, Drehzapfenlager und dessen Führung abhängt und diese gröfser als die sich aus der Gleislage ergebende Schiefstellung sein mufs. Es kann in der Regel unberücksichtigt bleiben, dafs der Rahmen in der Einstellung auf dem Ablaufberg meist nicht ganz parallel zu seiner Grundstellung steht. Bei unserem Beispiel ist nach Skizze Abb. 7 das Drehzapfenspiel 133 — 129 = 4 mm, das Lagerspiel 2 × 0,5 = 1 mm, die geführte Zapfenlänge 180 mm. Die mögliche Neigung des Zapfens gegen den Rahmen ist daher: (4 + 1) : 180 = 1 : 36.

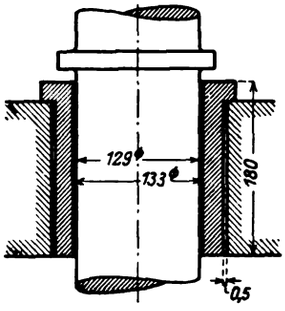


Abb. 7.

Die erste Drehgestellachse liegt 42, die zweite 100 mm unter der Scheitelwagerechten; da der Drehgestellradstand 2200 mm beträgt, so ist Drehgestellneigung tatsächlich

$$(100 - 42) : 2200 = 58 : 2200 = 1 : 38.$$

Damit ist festgestellt, dafs das Zapfen- und Lagerspiel eben noch ausreichend für das Befahren eines Ablaufberges von 200 m Halbmesser ist.

Die untersuchte 2 C 1 - Schnellzuglokomotive Reihe 02 kann daher auf Ablaufbergen von 200 m Abrundungshalbmesser zugelassen werden.

Digitized by Google

Zur Dynamik der Gleisfahrzeuge.

Von F. Meineke.

Zu dem unter dem gleichen Titel im Jahrgang 1925 des »Organs«, S. 49 erschienenen Aufsatz gehören noch einige Nachträge und Ergänzungen. Zunächst sind folgende Fehler zu berichtigen.

Druckfehler.

Fett gedruckt sind die Verbesserungen.

Seite 50 Zeile 11 und 12 unten rechts J_z, M_y

» 50 Zeile 10 unten rechts $\omega = \frac{V \cdot s}{1{,}8\, a^2}$

» 51 Gleichung 10 $V = \frac{a^2}{l' s}\sqrt{\frac{766\,(f_y \cdot y : 2)}{M_y \cdot g}}$

» 52 Zeile 16 unten links $p^2 = \frac{\Delta P}{M_2}\left(1 + 3\,\frac{a^2}{l''^2}\right)$

» 52 Zeile 15 unten links $m = \mathbf{1} +$

» 52 Zeile 13 unten links $m = \mathbf{2{,}47}$ bei $a : l''$

» 52 Zeile 12 unten links $m = \mathbf{2{,}92}$ bei $a : l''$

» 52 Zeile 9 unten links **(II)**.

» 53 Zeile 19 unten links **mm**.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Fahrzeug in bezug auf das Schlingern sich unbedingt gefahrlos in der Geraden bewegen kann, kurz die Schlingergrenze, war noch für den Fall zu untersuchen, dafs das Fahrzeug Laufachsen mit »Rückstellfedern« hat. Diese Bezeichnung der Federn soll beibehalten werden, weil sie sich eingebürgert hat; sie führt aber leicht irre, denn die Achse geht auch ohne die Feder in die Mittellage zurück. Die Feder dient zur elastischen Aufnahme der Arbeit $J_z \frac{\omega^2}{2}$, die in einem Fahrzeug mit dem Trägheitsmoment J_z aufgespeichert ist, das mit der Winkelgeschwindigkeit ω schlingert. Diese Annahme deckt sich mit der früheren, wo $J_z \frac{\omega^2}{2} = y \cdot \frac{f_y}{2}$ gesetzt worden war. Jedoch hätte dann $\operatorname{tg}\varphi$ (Anlaufwinkel φ) nicht gleich $\frac{s}{a^2}$*), sondern $\operatorname{tg}\varphi = \frac{s + f_y}{a}$ gesetzt werden sollen, weil die Arbeit $J_z \frac{\omega^2}{2}$ erst auf dem Wege f_y aufgenommen sein mufs, ehe die Schwingung beendet ist. Die Schlingergrenze würde dann gelegen haben bei $V = \frac{a^2}{l'}\sqrt{\frac{y}{Q}\,\frac{g \cdot 12 \cdot 1{,}8^2 \cdot f_y}{i\,(s + f_y)}}$; dadurch wäre V vermindert worden. Andererseits ist aber auch zu beachten, dafs die Hinterachse anläuft und ebenfalls an der Aufnahme der Arbeit $J_z \frac{\omega^2}{2}$ beteiligt ist, wodurch V wieder wächst. Da es sich ja überhaupt nur um eine Annäherung handelt, können wir die alte Gleichung (9) bestehen lassen.

Wir hatten $\omega = \frac{2\,V \operatorname{tg} \cdot \varphi}{3{,}6 \cdot a}$ gesetzt, was voraussetzt, dafs der Schwerpunkt in der Mitte des Achsstandes liegt. Unsere Betrachtungen beschränken sich also auf Lokomotiven mit symmetrischer Achsanordnung. An Stelle von a setzen wir a_0 nach Abb. 1, in der die Lokomotive in der Stellung des stärksten Ausschlags gezeichnet ist, die wir zulassen wollen. Sie ist dadurch gegeben, dafs die Radialachse höchstens senkrecht zur Gleisrichtung steht. Lassen wir stärkere Ausschläge zu, so würde die Laufachse die Lokomotive nach der anderen Schiene hinüberführen und die Schlingerbewegung dauernd wiederholen. Aus der Gleichung (10) $V = \frac{a^2}{l' \cdot s}\sqrt{\frac{766\,(f_y \cdot y/2)}{M_y \cdot g}}$ sehen wir, dafs das Arbeitsvermögen $(f_y \cdot y/2)$ der vierten Potenz von a umgekehrt proportional sein mufs, wenn die Schlingergrenze mit zunehmendem Anlaufwinkel φ nicht abnehmen soll.

*) s Spielraum im Gleis, a Achsstand.

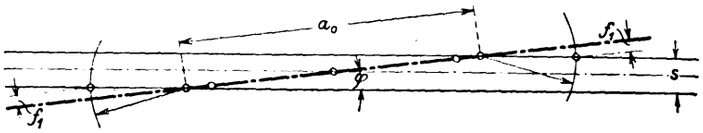


Abb. 1.

Andernfalls haben wir einen gefährlichen labilen Zustand, bei dem der Anlaufwinkel immer mehr wächst, wenn er einen bestimmten Wert überschritten hat. Da a und f einander umgekehrt proportional sind, mufs die Federkraft nach einer kubischen Parabel die in Abb. 2g dargestellt ist, mit dem Ausschlag f wachsen.

Die üblichen Rückstellvorrichtungen entsprechen dem aber nicht aus folgenden Gründen: Auch in der Mittellage ist eine gewisse Rückstellkraft (hier wäre Haltekraft besser) erwünscht, damit die kleinen, von den unausgeglichenen Triebwerksmassen herrührenden Drehschwingungen gedämpft werden. Zweitens wird nach Abb. 2g die Rückstellkraft bei den grofsen Ausschlägen des Bogenlaufs zu bedeutend. Da also die ideale Wirkungsweise der Rückstellvorrichtung nicht erreicht werden kann, so ist damit auch bewiesen, dafs das Schlingern durch Rückstellvorrichtungen allein nicht vermeidbar ist; man kann aber die Schlingergrenze praktisch hoch genug legen. In Abb. 2a bis f sind die Wirkungen der üblichen Rückstellvorrichtungen zusammengestellt. y_1 = Rückstellkraft, f = gröfster Ausschlag, A = Arbeitsfähigkeit ist gestrichelt. Abb. 2b scheint dem Ideal 2g sehr nahe zu kommen; jedoch ist A viel zu klein. Man mufs beachten, dafs beim Schlingern die Ausschläge f nur $^1/_3$ bis $^1/_5$ von f_1 betragen. Mit Rücksicht auf die Entgleisungsgefahr und den Bogenlauf, bei dem zur Verschiebung der etwa nicht ganz radial laufenden Achse quer zum Gleis die Kraft $2\,Q\mu$ (Q = Raddruck, μ = Reibungsziffer = ~ 0,28) erforderlich ist, nimmt man $y/Q = 1{,}0$*) und daraus auch $\frac{2\,Q f + y_1}{Q} \leqq 1{,}0$. Dann wird $y = \leqq 0{,}44\,Q$. Dieser Wert sollte bei gröfstem Ausschlag erreicht werden, damit A recht grofs wird. Abb. 2a ist deshalb die beste Anordnung. In Österreich läfst man die Feder ganz fort und beschränkt sich auf die Fläche I; diese Lokomotiven haben aber so grofse Achsstände, dafs sie der Laufachse zur Führung nicht bedürfen. Im allgemeinen kann im Bogenlauf die Rückstellkraft mit wachsendem Ausschlag zunehmen; eine unveränderliche Rückstellkraft nach Abb. 2d ist auf jeden Fall verwerflich. Auf die Mitwirkung der Reibung zwischen Federstütze und Achslager sollte man nicht verzichten. Sie liefert einen zur Dämpfung des Schlingerns höchst wertvollen Arbeitsaufwand; man beachte auch den Einflufs der ruhenden Reibung, die eine recht nützliche Haltekraft liefert.

Zur Berechnung gehen wir von der Annahme aus $J_z \frac{\omega^2}{2} = A$, setzen wie früher $\omega = \frac{2\,V \operatorname{tg}\varphi}{3{,}6\, a_0}$ und vernachlässigen die Durchbiegung der Schiene. Das ist berechtigt, denn während beim steifachsigen Fahrzeug y sehr grofs war, ist es hier klein. Die Schiene wird aber wenig beansprucht, so lange die Stellung in Abb. 1 nicht überschritten wird. Die ganze Bewegung des

*) $Y/Q = \frac{\operatorname{tg}\beta - \mu}{1 + \mu \operatorname{tg}\beta} = 1$ für $\mu = 0{,}28$ und $\beta = 60^0$. β ist der Neigungswinkel des Spurkranzkegels.

Digitized by Google

Fahrzeuges ist dann viel ruhiger, so dafs wir annehmen können, dafs die Schwingung der Lokomotive sich voll auswirkt und auch die Rückstellvorrichtung der Hinterachse voll wirksam ist. Wird nun wieder $J_z = \frac{My \cdot l'^2}{12}$, so erhalten wir $\frac{Myl'^2}{12}\left(\frac{2Vs}{36a^v}\right) = A$. Nehmen wir weiter nach früherem $My = M : 1{,}9$ und $M \cdot g = G_d$ (G_d = Dienstgewicht der Lokomotive), so ergibt sich schliefslich

$$V = \frac{a^2}{s\,l'}\sqrt{\frac{A}{G_d}} \cdot 1{,}8^2 \cdot 9{,}81 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 1{,}9 = \frac{38a^2}{s\,l'}\sqrt{\frac{A}{G_d}} \quad (12$$

Der Begriff der »geführten Länge« wird vielfach im Lokomotivbau als Anhaltspunkt für die Sicherheit der Führung gebraucht; man verstand darunter z. B. den Abstand des Drehgestellzapfens von der Hinterachse, wenn sie fest gelagert ist. Unsicher wurde man, sobald hinten eine Laufachse lief. Die »geführte Länge« braucht man nun nicht mehr, weil Gl. (12) uns eine bestimmte Grenze gibt. Man kann aber auch Gl. (12) benutzen, um in Verbindung mit Gl. (8) und (9) aus V einen fiktiven Achsstand a_f zu berechnen, der das Fahrzeug genau so gut führen würde. Diesen Radstand a_f könnte man als »geführte Länge« bezeichnen. Fahrzeuge mit amerikanischen oder Krause-Helmholtz-Gestellen brauchen auf Schlingern nicht untersucht zu werden, weil die Laufachse ja niemals das Fahrzeug nach der anderen nicht angelaufenen Schiene führen kann.

In der Zahlentafel 1 sind als Beispiel die Schlingergrenzen einiger Lokomotiven angeführt*). Die T 5 war wegen ihres schlechten Laufes bekannt; durch Feststellen einer Laufachse oder noch besser durch Einsetzen härterer Rückstellfedern hätte man ihren Lauf viel verbessern können. Wie bei den steifachsigen Lokomotiven gibt auch hier die Schlingergrenze Werte, die etwas unter der praktisch als zulässig erprobten liegt. Schliefslich sind noch zwei unsymmetrische Lokomotiven, die T 9 T L und die G 5 G L, aufgeführt, deren Schlingergrenzen auch gut zu passen scheinen. Man gewinnt leicht den Eindruck, als ob man durch sorgfältige Bemessung der Rückstellvorrichtung die Schlingergrenze wesentlich höher als bisher legen könne und dadurch das teure Krauss-Drehgestell häufig vermeiden könne.

*) Der Reibungswert zwischen Achslager und Federstütze wurde zu 0,1 angenommen.

Der Achsstand der Güterwagen wird nach der Bedingung bestimmt, dafs die Beanspruchung des Längsträgers möglichst gering werde. Das Verhältnis Radstand zu Kastenlänge a : l wäre bei gleichförmig verteilter Last gleich 0,6. Durch das Gewicht der Stirnwand und der Zug- und Stofsvorrichtung und infolge des Einflusses der Bremskräfte wird $a : l > 0{,}6$. Eine Berechnung findet sich in Kreissigs »Theoretisches aus dem Waggonbau«. Den Radstand schnellfahrender Wagen bestimmt man aus der im ersten Teil dieses Aufsatzes entwickelten Gleichung (9) für die Schlingergrenze. Eine dritte Beziehung kann gefunden werden aus der Bedingung, dafs das Nicken des Wagens den Reisenden möglichst wenig ermüden soll. Die Ermüdung rührt daher, dafs der menschliche Körper unbewufst eine Muskeltätigkeit ausübt, wenn er durch eine Beschleunigung in seiner Gleichgewichtslage gestört ist. Die Ermüdung hängt also nur von den Beschleunigungen ab, und nicht von der Gröfse oder der Geschwindigkeit des Ausschlages.

Rollt ein Rad über eine Gleisunebenheit, so wird dem Wagenkasten, in der Achsenebene gemessen, eine Beschleunigung p erteilt. Ist der Achsstand kurz, so wird diese Beschleunigung am Wagenende stark vergröfsert empfunden. Ist der Achsstand sehr lang, im äufsersten Falle $a = l$, so wird ein am Wagenende sitzender Mensch die Beschleunigung p empfinden. Die Beschleunigung p, die sich aus einer linearen und einer Winkelbeschleunigung zusammensetzt, ist aber bei grofsem Achsstand gröfser als bei kleinem, wie im ersten Teil des Aufsatzes gezeigt war. Das läfst vermuten, dafs bei einem bestimmten Achsstand a die Beschleunigung am Wagenende am geringsten sein wird. Nach früherem ist $m = \frac{M_2}{M_z}$. M_2 ist die Masse des Wagenkastens. Wirkt p im Schwerpunkt, so verschiebt sie sich um

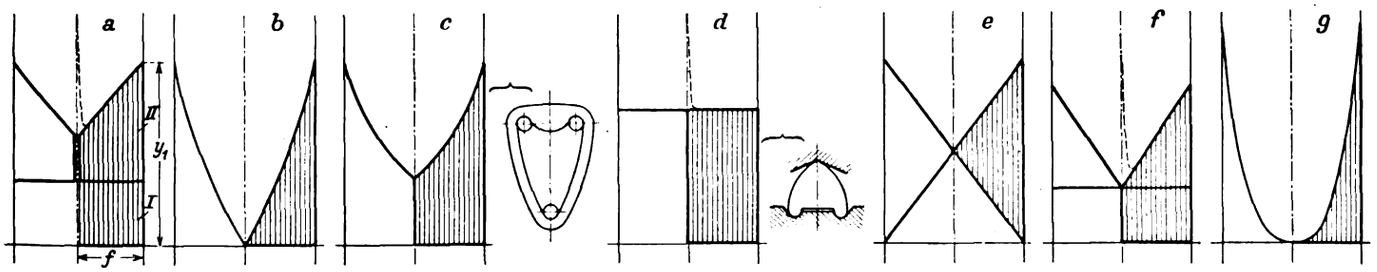


Abb. 2. Arbeitsdiagramme verschiedener Rückstellvorrichtungen.
a) I. Reibung der Federstütze auf dem Achslager. Die Spitze zeigt den Einflufs der ruhenden Reibung. II. Wirkung vorgespannter Rückstellfedern. b) Schräge und senkrechte Wiegenpendel. c) Dreieckpendel. d) Dreieckpendel mit konstanter Rückstellkraft, Keilflächen; hier gilt die Spitze. e) Gegeneinander gespannte Rückstellfedern mit reibungslosen Pendelstützen. f) Desgleichen mit Gleitstützen. g) Arbeitsfähigkeit wächst mit der vierten Potenz des Ausschlages; Rückstellkraft anfangs zu klein, am Ende zu grofs.
f = Ausschlag, y_1 = gröfste Rückfallkraft.

Zahlentafel 1.

Bezeichnung der Lokomotiven	Ganzer Achsstand m	Fester Achsstand m	a_0 m	l' m	Ausschlag der Laufachsen f_1 mm	Arbeitsfähigkeit der Rückstellvorrichtungen A m kg	Dienstgewicht G_d t	Schlingergrenze V km/Std.	Geführte Länge a_f m
1 B 1 Tender-Lok. T 5 Preufsen	6,8	2,0	3,4	9,2	12,5	33	52,5	48	4,5
1 C 1 „ VI b Baden	8,4	3,4	4,7	9,5	9,0	25	63	70	5,5
1 D 1 „ T 14 Preufsen	9,3	4,5	5,3	12,3	6,0	36	101	65	6,0
C 1 „ T 9 „	6,1	3,7	4,3	9,0	10,0	19,7	53	60	4,9
1 C Güter-Lok. G 5 „	6,3	4,0	4,05	7,4	15,0	16,2	49	61	4,5

Digitized by Google

das Maſs 1; p greift aber in der Achsebene an; da hier nur die reduzierte Masse M_2 wirkt, beträgt an dieser Stelle die Verschiebung das Maſs m. (Abb. 3). Aus $\frac{a/2 + c}{m} = \frac{a/2}{m - 1}$ folgt $c = \frac{a}{2(m-1)}$; ferner war $p_2 = m \cdot \frac{\Delta P}{M_2}$, $m = \frac{1 + 3a^2}{l''^2}$, und nach Abb. 3 ist die Beschleunigung $p = p_2 \cdot \frac{l'' + 2c}{a + 2c} \cdot$ $\cdot m \frac{\Delta P}{M_2} = K \cdot \frac{l'' + 2c}{a + 2c} m$. Nach Vereinigung dieser Gleichungen kann man das Minimum der Funktion $p = f\left(\frac{l''}{a}\right)$ finden; es liegt bei $\frac{l''}{a} = 3$. Das Nicken stört am wenigsten, wenn der Achsstand etwa $^1/_3$ der Länge l ist. So kurze Achsstände kommen nur bei Straſsenbahnwagen vor, ja sie werden sogar häufig mit Rücksicht auf den Bogenlauf unterschritten.

Abb. 3.

Die senkrechte Beschleunigung in der Achsebene ist $p_2 = \frac{\Delta P}{p} \cdot g$ (Abb. 3 auf S. 49, Jahrgang 1925). Damit der Wagen bei allen Belastungen gleich gut federt, muſs $\frac{\Delta P}{p}$ und somit auch $\frac{\Delta f}{f}$ unverändert bleiben. Setzen wir Δf gleich der Gleisunebenheit h, und nehmen diese zum Zweck des Vergleichs unverändert an, so muſs auch Δf unveränderlich sein Bei der gewöhnlichen Federbauart ist das unmöglich; die Veränderung von f mit p müſste nach einer Linie (Abb. 4) verlaufen, deren Subtangente s = const. ist. Dies ist eine logarithmische Linie nach der Gleichung

$$P = P_c \cdot e^{f/s};$$

$$P_c = \frac{P_o}{e^{f_o/s}} = \text{const.} \quad (13)$$

(P_o = Anfangsbelastung, f_o = Anfangsdurchbiegung, e = 2,1828). Zum Entwurf solcher Federn wählt man zweckmäſsig $f^o/s = \infty\ 2{,}0$ und s nach den früher angegebenen Werten für f, weil für diese Federn $\frac{\Delta P}{P} = \frac{s}{h}$ ist. Innerhalb enger Belastungsgrenzen ist auch die Schwingungsdauer $T = 2\pi \sqrt{\frac{s}{g}}$ unabhängig von der Belastung des Wagens.

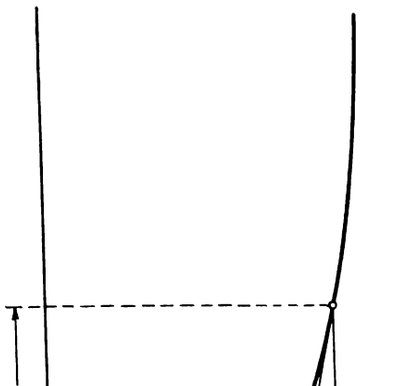


Abb. 4.

Da $\frac{\Delta P}{P}$ unveränderlich ist, kann man diese Federn als solche »gleicher Weichheit« bezeichnen, deren Maſsstab s ist. Die »Härte« einer gewöhnlichen Feder wird bekanntlich durch die Federkonstante c = P : f bezeichnet.

Die Durchbiegung einer »Feder gleicher Weichheit« wird wird nun für die Belastung P_1 nicht mehr berechnet nach $f_1 : f_o = P_1 : P_o$, sondern es ist $f_1 = s\left(\ln \frac{P_1}{P_o} + \frac{f_o}{s}\right)$. Ein Blick auf die Federungslinie der alten Pufferfeder zeigt, daſs sie der Gleichung (13) sehr nahe kommt, was daher rührt, daſs mit wachsender Zusammendrückung immer mehr Windungen zum Aufsitzen kommen und unwirksam werden. Herr Direktor Kreissig erstrebt das gleiche Ziel durch eine besondere Art der Abstützung des Drehgestellzapfens, die in seinem Buche »Theoretisches aus dem Waggonbau«, 3. Aufl., S. 80, beschrieben ist.

Ohne wesentliche Änderung der Federbauart, läſst sich gleiche Weichheit durch die Bauart nach Abb. 5 erreichen.

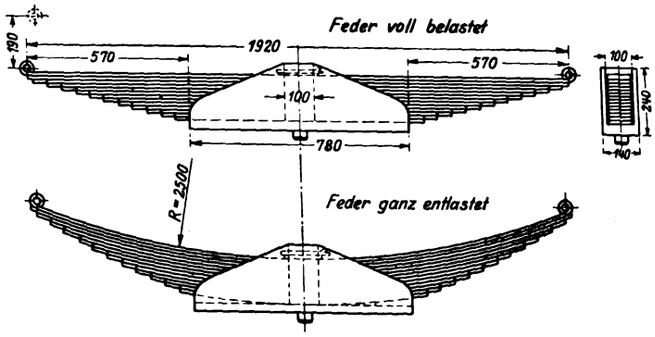


Abb. 5.

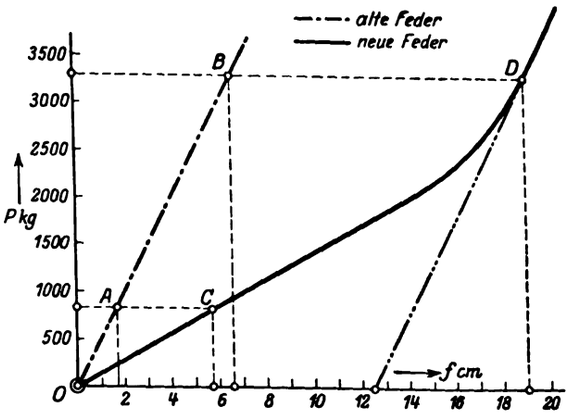


Abb. 5a. Federdiagramm.

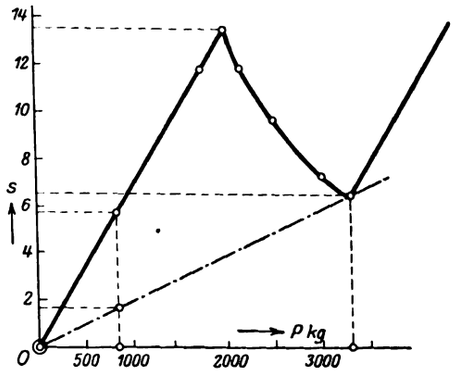


Abb. 5b. Veränderung der Weichheit „s" mit der Belastung.

Alte Feder: $l_0 = 570$; $P_0 = 830$ kg; $f_0 = 1{,}64$ cm $= S_0$; $l_1 = 570$; $P_1 = 3800$ „ $f_1 = 6{,}54$ cm $= S_1$ } $f_1 - f_0 = 4{,}9$ cm

Neue Feder: $l_0 = 960$; $P_0 = 830$; $f_0 = 5{,}74$ cm $= S_0 = 5{,}74$ cm; $l_1 = 570$; $P_1 = 3300$; $f_1 = 19{,}0$ cm; $S_1 = 6{,}54$ cm } $f_1 - f_0 = 13{,}26$ cm.

Digitized by Google

Die neue Tragfeder ist länger als die alte; jedoch ist unter voller Last ihre freie (auskragende) Länge so grofs wie früher. Da sowohl Blattzahl wie Querschnitt unverändert bleiben, hat die Feder bei Vollast genau die Beanspruchungen und Eigenschaften wie früher. Bei leerem Wagen hebt sich aber die Feder von der Federrast ab, hat nun gröfsere freie Länge und ist dementsprechend weicher. Im vorliegenden Fall ist s nicht ganz unveränderlich, sondern schwankt von $s_0 = 57$ bis $s_1 = 65{,}4$ mm, wobei aber dazwischen Werte bis 135 mm erreicht werden. Zweckmäfsig entwirft man die Feder so, dafs sie bei Vollast P_1 gerade ist, weil dann die Federrast leicht hergestellt werden kann. Entlastet sind die Federblätter nach einem Kreis gekrümmt. Bei leerem Wagen, Belastung P_0, liegt die Feder noch nicht auf der Rast auf. In dem innerhalb der

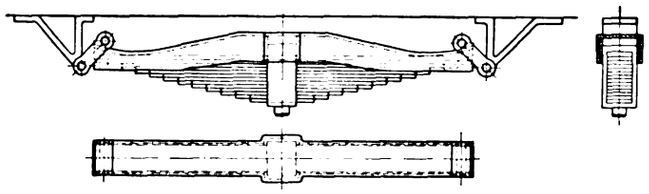


Abb. 5c.

Rast liegenden Teil von 780 mm Länge ist sie dann angenähert nach einer Parabel gebogen, mit zunehmender Last legen sich die Blätter in steigendem Mafse auf die Rast auf. Um das Wesen der Feder deutlicher zu zeigen, ist hier das Verhältnis $P_1 : P_0 = 4$ genommen, was einem Güterwagen entsprechen würde, obgleich man hier diese Feder des höheren Preises wegen vielleicht nicht wählen würde. Durch eine Kombination von gewöhnlichen Blattfedern mit Schraubenfedern veränderlichen Querschnittes kann das gleiche Ziel billiger erreicht werden. Die Bauart nach Abb. 5 bis 5b ist noch unvollkommen, aber weicht wenig von der üblichen Bauart ab. Unveränderlichkeit von s kann durch die Bauart Abb. 5c erreicht werden, bei der die Feder auch gut gegen Witterungseinflüsse geschützt ist.

Federn gleicher Weichheit sind um so nötiger, je mehr ihre Belastung schwankt, also in steigendem Mafse in der Reihenfolge: Schlafwagen, D-Wagen, zweiachsige Personenwagen, gedeckte, offene Güterwagen, und schliefslich bei Strafsenfahrzeugen: Personen- und Lastautos. Eine Feder gleicher Weichheit bietet nicht nur angenehmes Fahren, sondern erhöht auch die Sicherheit des Laufes leerer Güterwagen, deren Tragfedern sonst so steif sind, dafs sie Gleisunebenheiten nur unter starken Be- und Entlastungen folgen.

Zum Schlufs möchte ich hervorheben, dafs die theoretischen Betrachtungen auch grofsen praktischen Nutzen haben. Es ist nicht zu leugnen, dafs viele unserer Personenwagen schlecht laufen, und nur dem technischen Unverstand des Publikums ist es zuzuschreiben, dafs es schlechten Lauf als selbstverständlich hinnimmt. Wir Ingenieure sollten das nicht tun, und uns lieber schämen, dafs wir nach 100jährigem Bestehen der Eisenbahnen noch nicht erforscht haben, was den oft so schlechten Wagenlauf hervorruft. Wir sind auch nicht reich genug, um dem Beispiel der Amerikaner zu folgen, die bei sehr starkem Oberbau Sechsachser mit grofsem Eigengewicht je Platz benutzen. Wir müssen sparen und mit einfachsten Mitteln das gleiche erreichen. Schon 1912 hat Direktor Noltein der Moskau-Kasan-Bahn 20 m lange Wagen auf vier freien Lenkachsen laufen lassen und damit 6 t Gewicht gespart. Um das erfolgreich wiederholen zu können, mufs man aber die theoretischen Grundlagen kennen und sie durch Versuche nachprüfen. An planmäfsigen Versuchen mit den wichtigsten Bauteilen der Personenwagen fehlt es aber noch fast ganz. Wir wissen noch nichts über die wirkliche Eigenreibung der verschiedenen Tragfederbauarten, weder ihre Dämpfung bei allmählicher Entlastung, noch bei Schwingungen. Auch planmäfsige Untersuchungen mit auswertbaren Aufzeichnungen über die kurzwelligen (Zittern) und langwelligen (Schlingern und Nicken) Schwingungen des Wagens fehlen uns. Hier liegt eine dankbare und lohnende Aufgabe der Reichsbahn vor.

Kranlose Lokomotiv-Bekohlungsanlagen.

Von Oberingenieur **Heinrich Koblenz**, Eberswalde.

Hierzu Tafel 16.

Neuzeitliche Lokomotiv-Bekohlungs- und Entschlackungsanlagen, wie sie in »Glasers Annalen«, Heft 6, vom 15. 3. 25, sowie in der Zeitschrift »Maschinenbau«, Jahrgang 1924, Heft 24, eingehend beschrieben sind, sollen unter weitgehender Ausschaltung der Menschenkraft dazu dienen, die Instandsetzung (Bekohlen, Entschlacken usw.) der Lokomotiven so wirtschaftlich als möglich zu gestalten, da heute mehr denn je das Bestreben, alle Unkosten eines Betriebes auf einen Mindestsatz zu beschränken, zwingende Notwendigkeit ist.

Bei den vorerwähnten neuzeitlichen Anlagen wird die Kohle mit dem maschinell betriebenen Greiferdrehkran aus den Kohlenwagen in das Lager umgeschlagen, beim Bekohlen der Lokomotiven dagegen unmittelbar aus dem Kohlenwagen oder aus dem Lager (Kohlenbansen) in Vorratbunker, oder auch gleich auf den Lokomotivtender befördert. Die Kohle mufs also zweimal angefafst werden und dieser mehrmalige Umschlag beeinträchtigt natürlich den Wirkungsgrad der gesamten Anlage in ungünstigster Weise. Aufserdem wird dadurch die Güte der Kohle verschlechtert.

Eigentümlicher Weise bringt die Zufuhr der Kohle in Grofsraumgüterwagen (Selbstentlader) erfahrungsgemäfs keine Verbesserung dieser Verhältnisse. Die Selbstentlader werden auf die im Kohlenbansen angeordnete Pfeilerbahn (Hochbahn) gefahren, also 3 bis 4 m gehoben. Aus dieser Höhe wird die Kohle nunmehr nach Öffnen der Selbstentladerverschlüsse in den Kohlenbansen hinabgestürzt. Der Greiferkran hebt hierauf die Kohle zum zweiten Male auf die gleiche Höhe, d. h. er fördert sie vom Lager entweder in die Vorratbunker, — von wo sie auf die Lokomotivtender entladen werden, — oder unmittelbar auf den Lokomotivtender selbst.

Dieser wiederholte Kohlenumschlag, und zwar die damit verbundene Energievergeudung und Beeinträchtigung der Güte der Lokomotivkohlen legten den Gedanken nahe, den Weg der Kohle vom Kohlenwagen bis zum Lokomotivtender möglichst abzukürzen. Jedenfalls ging die Maschinendirektion der Königlich Schwedischen Staatsbahn in Malmö von diesem Gedanken aus, als sie zunächst die in den Abb. 1 bis 4, Taf. 16 dargestellte Bekohlungsanlage entwarf.

Bei dieser (nicht ausgeführten) Anlage werden die vollen Kohlenwagen (Selbstentlader) durch den Aufzug auf eine Sturzbühne gehoben. Eine in die Bühne eingebaute Waage stellt das Kohlengewicht fest. Darauf stürzt die Kohle unmittelbar aus den Selbstentladern, nach Öffnen ihrer Verschlüsse, über Schurren in die Lokomotivtender. Das Neuartige der Anlage besteht darin, dafs für den Aufzug keine besondere Antriebmaschine vorgesehen ist. Die Hubkraft wird durch eine Lokomotive erzeugt, die durch ein Zugseil die grofse Antriebstrommel a in Drehung versetzt.

Eine einfachere Art des Kohlenumschlages ist wohl kaum denkbar. Weil die tote Last durch Gegengewichte ausgeglichen werden kann, erzielt die Aufzuganlage einen sehr günstigen Wirkungsgrad. Trotz alledem kam sie der hohen Kosten wegen nicht zur Ausführung.

Digitized by Google

Ausgeführt wurde die Bekohlungsanlage nach den Plänen Abb. 5 bis 8, Taf. 16*). Die Kohle wird im Staatsbahnhafen, der etwa eine halbe Stunde von der Bekohlungsanlage entfernt ist, in Trichterwagen (Selbstentlader) geladen und in kurzen geschlossenen Kohlenzügen (4 bis 5 Wagen) auf ein vor der Sturzbühne angeordnetes Rampengleis gefahren (Textabb. 1 u. 2). Die Wagen ersetzen dann gewissermafsen an dieser Stelle das fehlende Kohlenlager (Kohlenbansen). Auf beiden Seiten dieses Rampengleises sind Gleise für Schmalspurkippwagen gewöhnlicher Bauart (0,8 t Inhalt) vorgesehen. Das Füllen der Kippwagen erfolgt aus den Trichterwagen bei b (Textabb. 2) durch deren Entladevorrichtung. Durch Gefälle rollen dann die gefüllten Kippwagen in Pfeilrichtung den Aufsengleisen c einer schiefen Ebene d zu. Hier werden sie durch eine endlose Kette über die schiefe Ebene auf eine Sturzbühne e befördert.

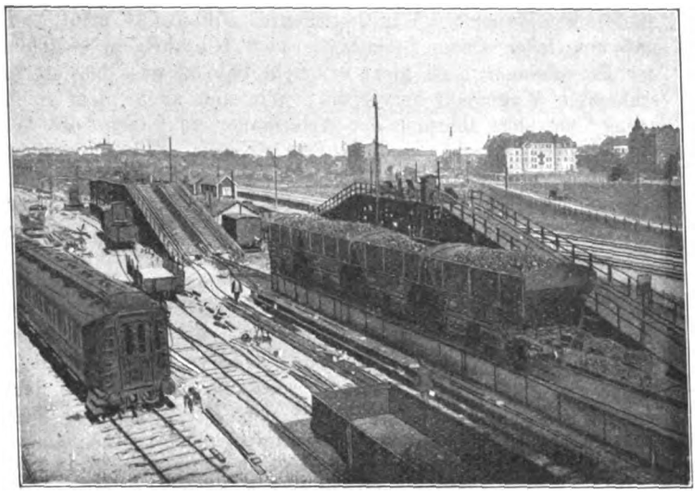


Abb. 1.

Durch Auskippen der Kippwagen auf die Schurren f wird die Kohle unmittelbar auf die Tender der unter der Schurre stehenden Lokomotiven gestürzt. Die entleerten Kippwagen werden nun bis ans Ende der Sturzbühne gefahren und hier mit einer kleinen Schiebebühne g (die gleichzeitig zwei Wagen aufnimmt) nach dem Mittelgleis der Bühne gebracht, auf dem sie die schiefe Ebene gleichfalls an einer endlosen Kette hinabbefördert werden. Durch Gefälle rollen dann die Wagen von selbst in Pfeilrichtung zu den auf dem Rampengleis stehenden Trichterwagen, so dafs sie wieder neu beladen werden können. Hieraus ergibt sich für die Kippwagen ein ununterbrochener Kreislauf. Vom Abwiegen der an die Lokomotiven abgegebenen Kohlen wird bei dieser Anlage abgesehen.

Bei der beschriebenen Anlage tritt also an die Stelle des Greiferkranes die schiefe Ebene mit der endlosen Kette zum Befördern der Kippwagen.

Ähnliche Anlagen wurden von den Militär-Eisenbahnformationen im Kriege an verschiedenen Stellen ausgeführt. In Ermangelung von Kohlenkranen wurden schiefe Ebenen gebaut. Eine Lokomotive zog die Schmalspurkippwagen mittels eines Seiles über die schiefe Ebene auf eine Sturzbühne.

Die Anlagekosten sind bei der Sturzbühnenanlage geringer, als bei einer Anlage mit Greiferkran, da das Gerüst der Sturzbühne in diesem Falle aus altbrauchbaren Schienen und sonstigen Altstoffen gefertigt wird. Die Betriebskosten werden bei der Sturzbühnenanlage wegen des gröfseren Personalbedarfes etwas höher sein, als bei der Greiferkrananlage. Für die Bedienung der Sturzbühnenanlage sind etwa fünf bis sechs Mann erforderlich, von denen drei zum Füllen der Schmalspurkippwagen, zum Einhängen dieser in die endlose Kette und zum Stellen der Weichen, und etwa drei auf der Sturzbühne zum Vorfahren und Auskippen der Kippwagen und zur Bedienung der Schiebebühne notwendig sind. Eine Greiferkrananlage gleicher Leistung benötigt nur etwa zwei bis drei Mann zur Bedienung.

Diese für schwedische Verhältnisse gebaute Anlage läfst sich nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragen. Auf die genaue Feststellung der an die einzelnen Lokomotiven abgegebenen Kohlenmengen kann in Deutschland nicht verzichtet werden. Dieser Forderung könnte man jedoch ohne weiteres Rechnung tragen durch Einbauen selbstaufzeichnender Waagen vor den Schüttrutschen. Ebenso könnten an Stelle der Schüttrutschen Grofsraumbunker treten zur Aufnahme des Nachtbedarfs an Lokomotivkohle zwecks Ersparnis der Nachtschicht.

Vor allem können wir in Deutschland nicht auf das Kohlenlager mit dem entsprechenden Vorrat verzichten. Das Füllen der Schmalspurkippwagen vom Lager macht die ganze Anlage unwirtschaftlich. Ein Kran wäre hierfür kaum zu entbehren.

Wo die Geländeverhältnisse des Bahnhofes es gestatten, versucht man jetzt auch in Deutschland, unter möglichster Vereinfachung des Umschlags, und somit unter gröfster Schonung der Kohle Sturzbühnen für die Bekohlung zu verwenden. So ist beispielsweise bei einem gröfseren süddeutschen Bahnhof eine Anlage geplant, bei der der gesamte Kohlenlagervorrat in Grofsraumbunkern gelagert werden soll, die längs einer Pfeilerbahn rechts und links vorgesehen sind. Die Kohle soll von dem auf die Pfeilerbahn hinaufgefahrenen Kohlenzug (Grofsraumselbstentlader) unmittelbar in die Bunker gestürzt werden, von denen sie nach Bedarf an die Lokomotiven abgegeben werden kann. Zur Feststellung der ausgegebenen Kohlenmenge müfste jeder Bunker auf einer Waage aufgebaut sein. Diese Ausführung verteuert naturgemäfs die Anlage und würde aufserdem die Bedienung infolge der schwerfälligen Wiegeeinrichtungen

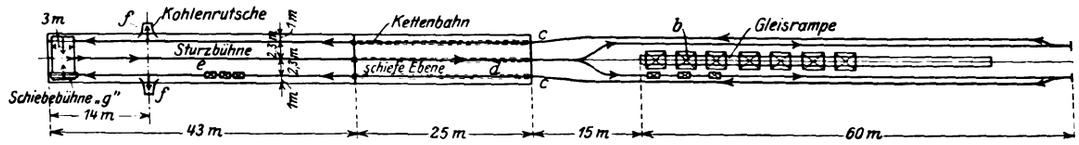


Abb. 2.

Die Sturzbühne ist so grofs gehalten, dafs eine gröfsere Anzahl der beladenen Kippwagen darauf Platz findet, so dafs stets ein gewisser Kohlenvorrat für zu bekohlende Lokomotiven vorhanden ist. Die Tagesleistung der Sturzbühnenanlage beträgt etwa 80 bis 100 t Kohle.

*) Gelegentlich einer Geschäftsreise nach Schweden besichtigte ich die zur Ausführung gelangte Anlage. Ihr Erbauer, Herr Maschinendirektor Carlquist, stellte mir in liebenswürdiger Weise die Zeichnungen und Lichtbilder zur Verfügung und erteilte seine Zustimmung zu deren Veröffentlichung.

erschweren. Dieser Nachteil gab den Ardeltwerken G. m. b. H. Eberswalde Veranlassung, den gegebenen Gedanken so zu ergänzen, bzw. zu verbessern, dafs auch bei einer derartigen Anlage gröfste Wirtschaftlichkeit gewährleistet wird. Die Ausführungsform ist in Abb. 9, Taf. 16 schematisch dargestellt*).

Unterhalb der Grofsraumbunker sind ein oder mehrere fahrbare Wiegebunker vorgesehen, deren Laufbahn ebenfalls sich dem Stützgerüst der Pfeilerbahn anschliefst. Ein im Bunkergerüst vorgesehener Führerstand nimmt das Wiegegestell

*) Von den Ardeltwerken unter Schutz gestellt.

Digitized by Google

und die Steuereinrichtung für das Fahrwerk auf. Aufserdem werden von hier aus die grofsen Bunkerverschlüsse bedient und das Verstellen der Schurre des Wiegebunkers bewerkstelligt. Der Vorteil einer derartigen Anlage ist in die Augen springend. Die an die Lokomotive abzugebende Kohlenmenge kann im Wiegebunker genau festgestellt werden. Aufserdem ist es ohne weiteres möglich, die Kohle durch Entnahme aus verschiedenen Bunkern nach Wunsch zu mischen.

Es bleibt zu untersuchen, wie hoch sich die Kosten einer solchen Anlage stellen, gegenüber einem normalen, üblichen Kohlenlager mit Bekohlungsbrücke, Greiferkran und Zubehör. Es darf aber dabei nicht aufser Acht gelassen werden, dafs auch bei einer solchen Normalanlage eine oder mehrere der teuren Pfeilerbahnen je nach der Breite des Kohlenlagers für die Beschickung des Lagers durch Grofsraumgüterwagen erforderlich sind.

Für die Vergleichung kranloser Bekohlungsanlagen mit Greiferkrananlagen dürften in erster Linie die geforderte Leistung, dann aber auch die Geländeverhältnisse des Lokomotivbahnhofes ausschlaggebend sein. Jedenfalls müssen die für die Ausführung in Frage kommenden Stellen genau und sachlich prüfen, welche Ausführungsform die bessere ist. Sollte dieser kurze Bericht dazu beitragen, eine derartige Prüfung zu erleichtern, dann wäre sein Zweck erfüllt.

Persönliches.

Generaldirektor Oeser †.

Der Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Reichsminister a. D. und Staatsmininster Dr. Ing. e. h. Rudolf Oeser ist am 3. Juni 1926 nach längerem schweren Leiden verschieden. Obwohl schon seit längerer Zeit schwer leidend, hat er, mit eiserner Energie der Krankheit trotzend, die verantwortungsvollen Geschäfte des obersten Leiters der D. R. G. geführt und in vorbildlicher Pflichterfüllung selbst noch Einflufs auf die Geschäfte genommen, als er, an Pfingsten von seinem letzten Erholungsurlaub im Süden zurückkehrend, an das Krankenlager gefesselt war, von dem er sich nicht mehr erheben sollte.

Oeser wurde am 13. November 1858 zu Coswig in Anhalt geboren und entstammt einer Fabrikantenfamilie. Er studierte in Berlin Philosophie und Nationalökonomie, war zunächst als Redakteur in Süddeutschland tätig und kam dann zur Frankfurter Zeitung, in deren Redaktionskollegium er über 25 Jahre vorzugsweise wirtschaftliche Fragen behandelte und Leiter des politischen Teiles war.

In das preufsische Abgeordnetenhaus wurde er gelegentlich einer Nachwahl im Januar 1902 gewählt. Dem Reichstag gehörte er von 1907 bis 1912 an. In beiden Parlamenten sprach er besonders zu wirtschaftlichen und sozialen Fragen, wobei er sich vorzugsweise der Interessen des Kleingewerbes und der mittleren Betriebe annahm. Aufsehen erregte seine Kritik der grofsen Unternehmerverbände. Auch schriftstellerisch hat er seine Anschauungen auf diesen Gebieten vertreten. Für die Kanalpolitik und für die Vereinheitlichung des Verkehrs trat er in Wort und Schrift sehr frühzeitig ein. Im Abgeordnetenhaus vertrat er seine Fraktion beim Haushalt der Eisenbahnverwaltung.

Am 25. März 1919 wurde Oeser, der während des Krieges die Leitung der Ostseezeitung in Stettin übernommen hatte, von dem Präsidenten der verfassunggebenden Preufsischen Landesversammlung zum Mitgliede des Preufsischen Staatsministeriums und Preufsischen Minister der öffentlichen Arbeiten berufen. Als grofse politische Aufgabe hatte er neben dem Wiederaufbau des durch den Krieg geschwächten Eisenbahnwesens den Abschlufs des Vertrages, betreffend Übergang der preufsischen Staatsbahnen auf das Reich und die Durchführung des Friedensvertrages, soweit die Eisenbahnen in Betracht kamen. Unter seiner entscheidenden Mitwirkung kam das Werk der Verreichlichung der Ländereisenbahnen zustande (Staatsvertrag vom 31. März 1920).

Am 23. April 1921 schied er, nachdem er als letzte Aufgabe noch die Verreichlichung der Wasserstrafsen durchgeführt und die Frage des Mittellandkanals wesentlich gefördert hatte, aus dem Amt des Preufsischen Ministers der öffentlichen Arbeiten. Er hat in diesem preufsischen Amte als tatkräftiger Förderer des Reichsgedankens gewirkt.

Nach vorübergehender Tätigkeit als Landeshauptmann der Provinz Sachsen und als Reichsminister des Innern wurde Oeser am 13. August 1923 zum Reichsverkehrsminister ernannt, zu einer Zeit, als die Deutsche Reichsbahn infolge des Ruhreinbruchs ihrer schwersten Belastungsprobe ausgesetzt war. Die Finanz- und Tarifverhältnisse der Reichsbahn gestalteten sich infolge der Inflation aufserordentlich schwierig; als die Reichsbahn am 15. November 1923 aus dem Zusammenhang mit der Reichsfinanzverwaltung ohne Mitgabe eines Betriebskapitals losgelöst wurde, trat auch die Kreditnot an sie heran. Nur unter den gröfsten Anstrengungen gelang es, dieser wirtschaftlichen Schwierigkeiten Herr zu werden.

Auf dem Gebiete der Wasserstrafsenverwaltung, die ebenfalls zum Ressort des Reichsverkehrsministeriums gehört, hat Minister Oeser die Vollendung des Baues des Mittellandkanals, die grofsen süddeutschen Wasserstrafsenpläne sowie die Verbesserung der Seewasserstrafsen nach Königsberg, Stettin, Hamburg und Bremen nachdrücklich gefördert.

Durch das Londoner Abkommen ist die Reichsbahn als Mittel zur Lösung des Reparationsproblems herangezogen, indem das Betriebsrecht der neugegründeten »Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft« übertragen wurde, welche die Verzinsung und Tilgung einer Reparationsschuld von 11 Milliarden Goldmark übernehmen mufste. Minister Oeser, der es durch geschickte Vorverhandlungen mit dem Organisationskomitee erreicht hatte, dafs das Eigentum an den Reichsbahnen dem Reiche erhalten blieb und dafs die neue Gesellschaft trotz ihres Einsatzes für Reparationszwecke einen deutschen Charakter bewahrte, wurde am 27. September 1924 zum Generaldirektor dieser neu errichteten Reichsbahn-Gesellschaft ernannt und infolgedessen von dem Amte als Reichsverkehrsminister enthoben. Nach seiner Ernennung legte der Generaldirektor Oeser, der bisher den Wahlkreis Magdeburg im Preufsischen Landtage vertreten hatte, sein demokratisches Landtagsmandat nieder, mit der Begründung, dafs die aufsergewöhnlich grofse und schwere Aufgabe eine volle Konzentration und ungeteilte Hingabe erfordere.

In praktischer Erfüllung dieser Pflichtauffassung hat Oeser in kurzer Zeit die Deutsche Reichsbahn wieder zu einem gewinnbringenden Unternehmen im Interesse der deutschen Volkswirtschaft gemacht. Es ist ihm gelungen, die durch die Dawes-Gesetze der Reichsbahn auferlegten Lasten herauszuwirtschaften, ohne dabei die deutschen Wirtschaftsinteressen leiden zu lassen. Das war nur durch eine gewaltige Umstellarbeit innerhalb der Reichsbahnverwaltung möglich, wobei schmerzliche Eingriffe unvermeidlich waren, die scharfe Angriffe zur Folge hatten. Am 14. Dezember 1925 ehrte die Technische Hochschule Karlsruhe das verdienstvolle Wirken Oesers durch Verleihung der Würde eines Dr. Ing. e. h.

Unbeirrt hat Oeser sein ganzes Leben hindurch eine gerade klare Linie verfolgt. Sein Name ist unlösbar ruhmvoll mit der deutschen Eisenbahn für alle Zeiten verknüpft.

Digitized by Google

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhöfe nebst Ausstattung, Lokomotivbehandlungsanlagen.

Bekohlungswagen der schwedischen Staatsbahnen für regelbare Selbstentladung.

Die schwedischen Staatsbahnen haben im vergangenen Dezember nach mehrjährigen Versuchen Bekohlungswagen für regelbare Selbstentladung in den Dienst gestellt. Die Wagen zeigen zwei verschiedene Bauarten und zwar eine als Trichterwagen, welche Bauart zur Bekohlung der Fährschiffe in Malmö verwendet wird und eine zweite als Sattelwagen zur Lokomotivbekohlung in Malmö, Gotenburg und Nässjö. Beide Wagengattungen haben nach Angaben des Maschinendirektors Axel Carlquist drehbare Verschlufsklappen*) für die Entladeöffnungen, welche durch Handhebel bewegt werden. Die Trichterwagen besitzen zwei drehbare Klappen an jeder Öffnung, die Sattelwagen nur eine solche. Das Hauptaugenmerk ist bei beiden Anordnungen auf eine rasche und vollständige Unterbrechung des Entladevorganges gerichtet, um die Kohlen jeweils in genau regelbarer Menge entnehmen zu können. Zu diesem Zweck ist der Handhebel, mit dem die Klappe bewegt wird, durch geeignete Hebelanordnung mit einem Gegengewicht verbunden, welches durch sein Eigengewicht bei Unterbrechung der Entladung einen raschen und vollständigen Abschlufs ohne Kraftaufwand seitens des Bedienungspersonals ermöglicht. Diese Anordnung bedeutet insofern eine Neuerung, als bei anderen Selbstentladevorrichtungen die Bewegung der Klappe durch ein Handrad mit Schneckengetriebe bewirkt wird, was den Nachteil hat, dafs der Abschlufs infolge der grofsen Übersetzung der Schnecke zu langsam erfolgt; wird z. B. für ein gröfseres Kohlenstück geöffnet, so wird bis zum vollständigen Abschlufs noch ziemlich viel Kleinkohle durchfallen, dafs das Mafs schon überschritten sein kann.

Noch vorteilhafter als bei den Sattelwagen mit einer Verschlufsklappe ist die Bauart des Verschlusses bei den Trichterwagen. Hier läfst sich durch die Anordnung von zwei drehbaren Klappen eine Regelung der Ausströmungsmenge und Geschwindigkeit erzielen, was für eine genau regelbare Entnahme grofse Vorteile bietet. Auch gestattet eine neuere Ausführung dieser Bauart ein Entladen des ganzen Wagens zwischen die Schienen. Auch hier ist die untere Klappe, welche nach Schliefsung der oberen Klappe den vollständigen Abschlufs herbeiführt, mit einem Gewichtshebel verbunden, welcher eine leichte und rasche Abschlufsbewegung ermöglicht. Zwischen der Oberkante der unteren und der Unterkante der oberen Klappe ist ein Luftspalt vorhanden, so dafs ein Kohlenstück ausweichen kann ohne sich zu klemmen und ohne den Verschlufs zu hindern.

Zum Zwecke der Lokomotivbekohlung werden die Kohlen aus den Sattelwagen von einem 1,1 m erhöhten Gleis aus in Kippwagen von 600 mm Spur und 1 t Fassungsraum umgeladen; diese Kipper werden mittels eines Seilzuges auf eine Brücke (s. Abb. 4) hinaufgeführt, von wo die Kohlen in die Tender abgestürzt werden. Infolge

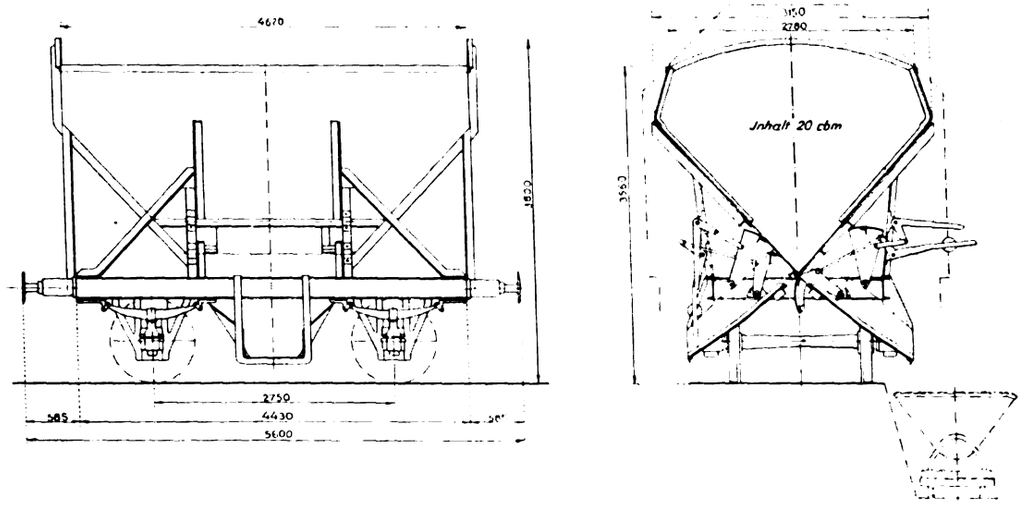


Abb. 1.

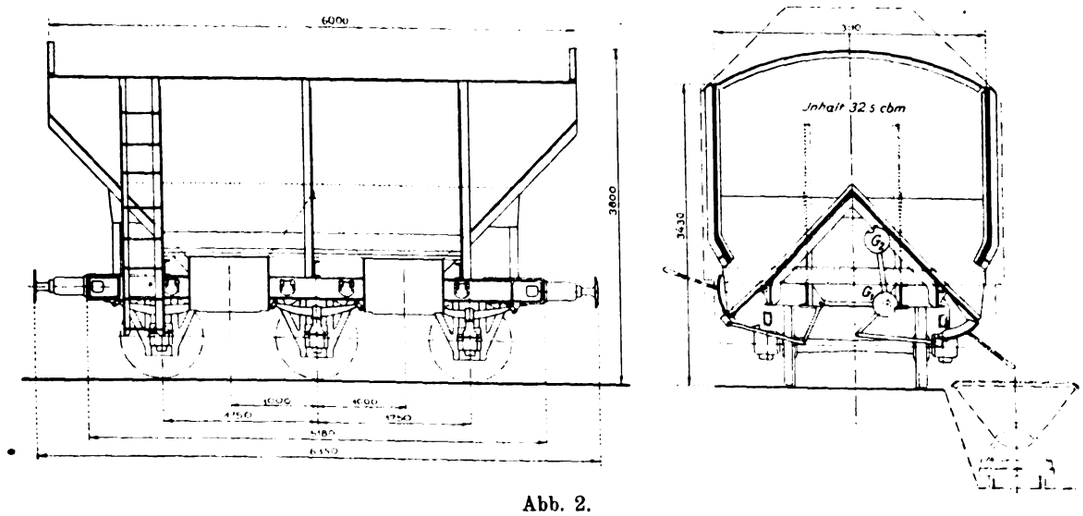


Abb. 2.

*) Die Patentrechte für Deutschland sind von der Wumag, Görlitz erworben.

Digitized by Google

der schnellen Abschlufsmöglichkeit der Entladeöffnungen können die Kipper ohne Schwierigkeit richtig gefüllt werden, wodurch eine Kontrolle des Kohlenverbrauches der Lokomotiven ermöglicht wird. Diese Bekohlungsart ist besonders vorteilhaft, wenn die Bekohlungsanlage in unmittelbarer Nähe der Kohlengruben liegt oder wenn infolge Platzmangels nahe der Bekohlungsanlage selbst das Hauptkohlenlager entfernt von dieser liegt und der tägliche Kohlenbedarf zur Bekohlungsanlage befördert werden mufs.

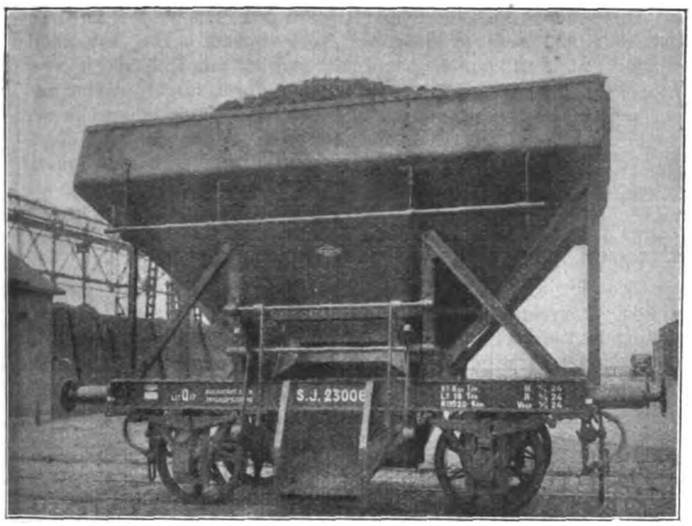


Abb. 3. Ansicht eines Trichter-Kohlentransportwagens für die Lokomotivbekohlungsanlage Aarhus.

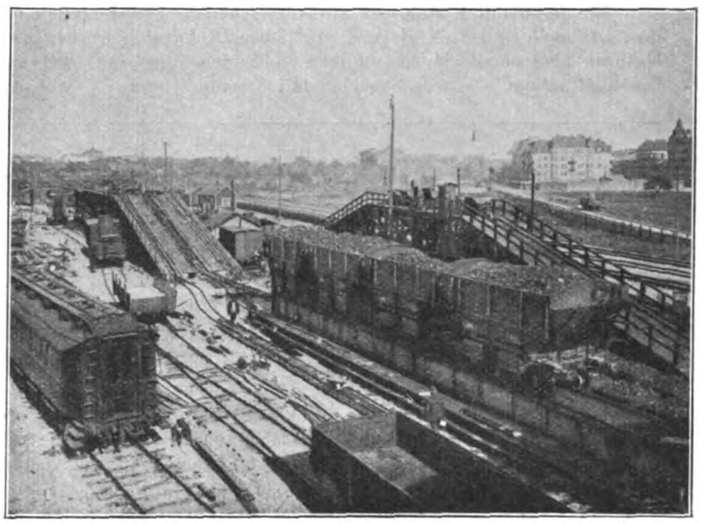


Abb. 4. Lokomotivbekohlungsanlage der Schwedischen Staatsbahnen mit unmittelbarer Abfüllung der Kohlentransportwagen in Kohlenkippwagen (links die neue, rechts die alte Anlage).

Zur Zeit sind bei der schwedischen Staatsbahn fünf Trichterwagen für die Bekohlung der Fährschiffe und 21 Sattelwagen für die Lokomotivbekohlung in Malmö, Gotenburg und Näfsjö in Benützung.

Die schwedischen Staatsbahnen haben jedenfalls seit Jahren der Frage der Kohlenbeförderung besondere Aufmerksamkeit zugewendet und mit vorliegender Bauart in verschiedener Hinsicht eine unter gewissen Verhältnissen zweckentsprechende Lösung erreicht.

Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

D 1 + 2 Z - h 4 v Reibungs- und Zahnradlokomotive der Nilgiri-Bahn (Indien).

Die Nilgiri-Bahn wurde im Jahr 1898 als zweite indische Zahnradbahn eröffnet. Sie hat Meterspur und ist im ganzen 46 km lang, wovon 19,2 km auf die Zahnstrecke mit Abtscher Zahnstange entfallen. Auf der Reibungsstrecke beträgt die gröfste Steigung 1 : 40, auf der Zahnstrecke 1 : 12. In jeder Richtung verkehren täglich vier Züge mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 32 bzw. 13 km/Std.

Sämtliche Lokomotiven der Bahn wurden von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur geliefert, die hier erwähnte zum ersten Mal im Jahr 1912. Seither wurden bis in die jüngste Zeit zwölf Stück davon beschafft. Sie soll Züge von 100 t Gewicht mit ungefähr 10 km/Std. über eine Steigung von 1 : 12,28 befördern. Die Lokomotive ähnelt im Aufbau der E + 1 Z Lokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahn *), hat aber im Gegensatz zu dieser zwei Zahnräder, die zwischen der zweiten und dritten Kuppelachse im Hauptrahmen gelagert und zur Erzielung eines gleichmäfsigen Eingriffs in die Zahnstange durch ein Ausgleichgestänge verbunden sind. Hoch- und Niederdruckzylinder liegen wie bei den meisten neueren Zahnradlokomotiven übereinander; die Durchmesser sind gleich grofs, der Hub der Niederdruckzylinder, welche die Zahnräder antreiben, ist etwas gröfser und ihre Umlaufzahl 2,1 mal so grofs als die der Hochdruckzylinder. Die Lokomotive durchfährt Krümmungen bis herab zu 95 m Halbmesser; hierzu hat die erste Kuppelachse beiderseits 15 mm und die vierte 20 mm Seitenspiel erhalten. Die Schleppachse ist mit der letzten Kuppelachse zu einem Kraufsschen Drehgestell verbunden und kann sich beiderseits um 85 mm radial verstellen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Ausrüstung mit Bremseinrichtungen gelegt. Die Lokomotive besitzt deren vier: eine Gegendruckbremse, eine Handbremse, die mittels Klötzen auf das erste, dritte und vierte Räderpaar wirkt, eine Luftsaugebremse für das Reibungs- und Zahnradtriebwerk und schliefslich noch eine Bandbremse am Zahnradtriebwerk, die mittels Spindel bedient wird.

*) Organ 1924, S. 249.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Kesselüberdruck	14	at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck	450	mm
„ , Niederdruck	450	„
Kolbenhub, Hochdruck	410	„
„ , Niederdruck	430	„
Kesseldurchmesser innen (gröfster)	1280	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2080	„
Rohrlänge	3380	„
Heizfläche der Feuerbüchse	7,7	m²
„ der Rohre	73,7	„
„ des Überhitzers	22,6	„
„ — im Ganzen — H	104,0	„
Rostfläche R	1,8	„
Durchmesser der Treibräder	815	mm
„ der Laufräder	710	„
Fester Achsstand	2180	„
Achsstand der Kuppelachsen	4130	„
Ganzer Achsstand	6030	„
Dienstgewicht der Lokomotive G	48,95	t
Leergewicht	38,30	„
Vorrat an Wasser	4,6	m³
„ „ Brennstoff	3,05	t
Gröfste Zugkraft (nach der Quelle)	13000	kg
H : R	57,9	
H : G	2,13	

(Engineering 1925, Nr. 3110.) R. D.

Diesel-elektrische Lokomotive von Baldwin.

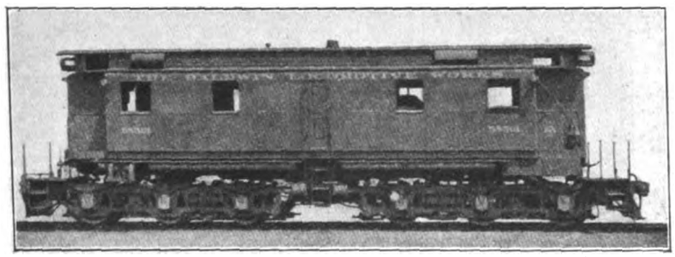
Die Baldwin-Werke haben eine Diesel-elektrische Lokomotive gebaut, die mehr als das Doppelte der ersten derartigen amerikanischen Lokomotive *) wiegt und hinsichtlich der Leistung der bekannten russischen Lokomotive nahekommt. Die neue Lokomotive hat eine indizierte Zugkraft von 23 700 kg, ihre Dieselmaschine eine Leistung von 1000 PS. Das Dienstgewicht beträgt 124,5 t, das

*) Organ 1925, S. 37.

Digitized by Google

Reibungsgewicht 81,5 t, die ganze Länge 15,9 m und der ganze Radstand 11,68 m. Zur Kraftübertragung dienen vier selbstlüftende Einheits-Bahnmotoren Bauart Westinghouse von je 200 PS; den Strom liefert ein ebenfalls selbst lüftender 750 kW Westinghouse-Gleichstromerzeuger.

Die Lokomotive ruht auf zwei dreiachsigen Drehgestellen mit Barrenrahmen und Aufsenlagern. In jedem Drehgestell treiben zwei Motoren über elastische Kupplungen die beiden äufseren Achsen an. Die Kraftanlage — Dieselmaschine mit Stromerzeuger — ruht mit



der Welle in der Längsrichtung der Lokomotive auf zwei Längsträgern aus Stahlgufs; diese sind an den Enden ebenfalls durch Stahlgufsstücke verbunden, die ihrerseits wieder die Drehzapfen tragen. Die Zug- und Stofskräfte werden, wie dies in Amerika bei den elektrischen Lokomotiven die Regel ist, unmittelbar von einem Drehgestell zum andern übertragen, die Drehzapfen sind hiervon entlastet; merkwürdig ist die Durchbildung der Federung. Bei der Verwendung von Barrenrahmen wäre es das nächstliegende gewesen, die Federn über die Rahmenwangen zu legen. Dabei wäre aber der Aufbau mit der Kraftanlage und damit der Schwerpunkt der Lokomotive sehr hoch zu liegen gekommen. Man hat daher die Federn unmittelbar auf die Achsbüchsen gesetzt, und zwar je eine aufserhalb und eine innerhalb der Rahmenwangen. Die beiden Federn über jeder Achsbüchse sind dann jeweils durch kurze Quer-Ausgleichhebel verbunden.

Die Zweitakt-Dieselmaschine ist nach den Plänen der Knudsen Motor-Gesellschaft in New York gebaut. Sie hat zwölf Zylinder von je 248 mm Durchmesser und 343 mm Hub, die in zwei Gruppen zu je drei Paar in umgekehrter V-Form aufgebaut sind und zwei nebeneinander liegende Wellen mit 450 Umdrehungen in der Minute antreiben. Jedes Zylinderpaar hat ein gemeinsames Kopfstück mit gemeinsamem Brennstoffventil und Verbrennungsraum. Die sechs Brennstoffpumpen werden durch eine Nockenwelle angetrieben. In der Mitte der beiden Zylindergruppen überträgt ein Pfeilrädergetriebe den Antrieb auf die Welle des Stromerzeugers, die 1200 Umdrehungen in der Minute macht.

Die für die Dieselmaschine erforderliche Spülluft wird von einem mit 3600 Umdrehungen laufenden Kreiselgebläse geliefert. Zur Rückkühlung des Zylinder-Kühlwassers dienen zwei Kühler mit künstlichem Zug an den beiden Lokomotivenden. Drei Westinghouse-Kompressoren erzeugen die erforderliche Druckluft; zwei davon sitzen an den Enden der Lokomotive, der dritte in der Mitte über dem Stromerzeuger. Dieser ist mit einem kleinen Vierzylinder-Benzinmotor gekuppelt und liefert im besonderen die zum Anfahren erforderliche Druckluft.

Die Lokomotive ist nach ihrer Fertigstellung im Juni 1925 längere Zeit auf der Reading-Bahn im Güterzug- und Verschiebedienst verwendet worden und soll sich dort gut bewährt haben. Besondere Versuchsfahrten mit genauen Messungen sind indessen mit ihr bisher noch nicht vorgenommen worden. R. D.

Railway Age 1925, 2. Halbj., Nr. 15.

Buchbesprechungen.

Robert Garbe, Die zeitgemäfse Heifsdampflokomotive. 167 Seiten, 116 Textabbildungen und 50 Zahlentafeln. Berlin 1924. Julius Springer. Preis gebunden 14 ℳ.

Das bekannte Garbesche Werk „Die Dampflokomotive der Gegenwart", welches im Jahr 1920 in zweiter Auflage erschienen ist*), hat durch den rühmlichst bekannten Verfasser eine wertvolle Ergänzung erhalten, betitelt „Die zeitgemäfse Heifsdampflokomotive". In diesem Buch legt Garbe, dessen nie ermüdender Tatkraft seiner Zeit die mit vielen Schwierigkeiten verknüpfte Einführung des Heifsdampfes im Lokomotivbetrieb zu danken ist, seine Anschauungen über die gegenwärtigen Richtungen der Lokomotivkonstruktion und des Lokomotivbetriebes dar. Die grundlegenden Anschauungen Garbes sind allgemein bekannt. Sein von Anfang an vertretener Standpunkt, dafs mäfsige Überhitzung nur eine Halbheit sei, wird heute — sehr im Gegensatz zu früheren Zeiten — von der gesamten Fachwelt als richtig erachtet; sein entschiedenes Eintreten für die Zweizylinderlokomotive mit einfacher Dehnung ist von zahlreichen Eisenbahnverwaltungen, die sich früher Jahrzehnte lang als Anhänger der Vierzylinderlokomotive bekannt hatten, für bestimmte Betriebsgebiete als berechtigt anerkannt worden. Kesseltechnisch tritt Garbe für sehr hohe Rostbelastungen bei der Höchstleistung, für langen und schmalen Rost, für grofse Feuerraumtiefe und scharfe Blasrohrwirkung ein, um möglichst hohe Verbrennungstemperatur und damit wirtschaftlichen Lokomotivbetrieb zu erhalten. Seine früher gänzlich ablehnende Haltung gegenüber der breiten Büchse (die selbstverständlich mit genügender Feuerraumlänge und Tiefe auszuführen ist) und gegenüber dem Barrenrahmen (der sich als sehr zuverlässiges, so gut wie keine Ausbesserungskosten erforderndes Bauglied der Lokomotive erwiesen hat), hat Garbe ein wenig modifiziert. Die Erhöhung des Achsdruckes auf 20 t wird vom Verfasser freudig begrüfst, da sie die Möglichkeit eröffnet, mit einfachen, in der Beschaffung, im Betrieb und in der Unterhaltung billigen Lokomotivformen auszukommen. Garbes Zurückhaltung gegenüber vielfachen Anforderungen der Öffentlichkeit nach erhöhter Reisegeschwindigkeit der Schnellzüge verdient hervorgehoben zu werden; auch kann er sich mit dem unerklärlich grofsen Umfang der gegenwärtigen Bestrebungen zur Vereinheitlichung des Lokomotivbaues nicht befreunden. In den beiden letztgenannten Punkten werden ihm sehr viele Recht geben. Garbes Standpunkt ist durchweg sehr entschieden, was im Interesse der Klärung von Streitfragen nur zu begrüfsen ist.

Das Garbesche Ergänzungswerk behandelt in sechs Abschnitten: 1. Die Lokomotivbauformen der wichtigsten europäischen Verwaltungen der neuesten Zeit, 2. die Wärmetheorie des Lokomotivkessels nach Morgenroth, ein sehr wertvoller Abschnitt, welcher für die Bestimmung der Lokomotivkesselabmessungen wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen sucht, 3. den Verbrennungsvorgang und die Feuerhaltung, wo Garbe seine feuerungstechnischen Betriebserfahrungen gibt, 4. den Zusammenhang zwischen Erzeugung, Überhitzung und Verarbeitung des Dampfes in der Lokomotivmaschine auf Grund von Stand- und Fahrversuchen, 5. eine Zusammenfassung der Bau- und Betriebsgrundsätze, wobei alle wichtigen Einzelheiten unter Beigabe von Konstruktionszeichnungen erläutert werden, endlich 6. ein Berechnungsbeispiel, den Entwurf einer verstärkten Ps. Die sechs Abschnitte sind jeder in sich geschlossen abgefafst, was bei der Tendenz des Werkes und der ungeheuren Menge des verarbeiteten Stoffes sehr zweckmäfsig ist. Garbes Sprache ist eindringlich. Das Geleitwort, welches der nunmehr fast 80jährige Verfasser seinem Werk wiederum gegeben hat. „Glaube an die Sache, der du dienst!" klingt aus jeder Seite wieder. Mögen auch einzelne Fachgenossen der von Garbe vertretenen Richtung in dem einen oder andern Punkt nicht voll beipflichten können, der Gesamtwert des Garbeschen Ergänzungsbandes wird hierdurch nicht beeinflufst. Garbe hat der deutschen Lokomotivtechnik eine hochwertvolle Gabe hinterlassen, für die sie ihm immer dankbar sein wird. Auch diesem Garbeschen Buche ist weiteste Verbreitung sicher. Georg Lotter.

*) Organ 1921, S. 41.

H. Möllering. Hilfsbuch für Telegraphenmechaniker. 2. Auflage. Preis 2,70 ℳ. Verlag Dr. A. Tetzlaff, Berlin-Schöneberg.

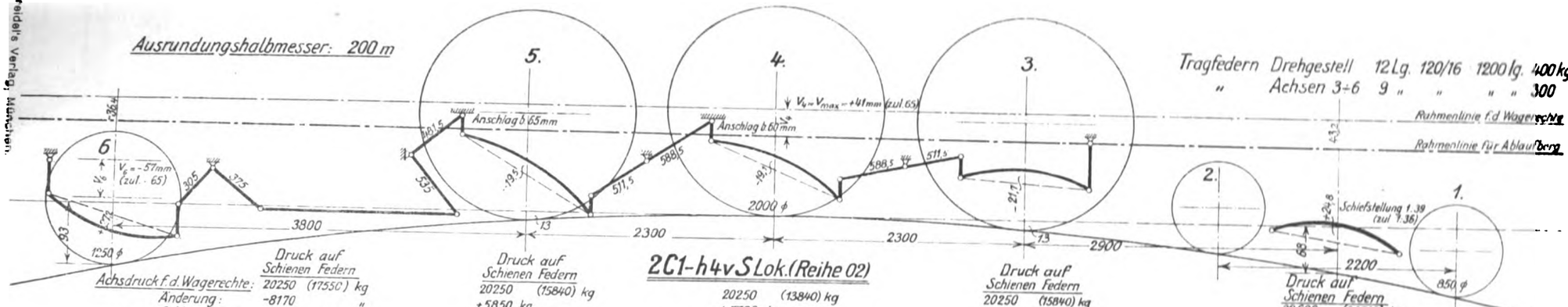
Dieser Leitfaden ermittelt die erste Einführung in die physikalischen Grundbegriffe elektrischer Vorgänge und weckt das Verständnis für die den Telegraphenmechaniker täglich beschäftigenden Dinge seines elektrotechnischen Sondergebietes, auf dem heute sogar Umformer und Gleichrichter zu finden sind. Viele klare dem Vorstellungsvermögen des Anfängers angemessene Abbildungen unterstützen die Darlegungen, die recht tief in Wesen und Wirkung der behandelten Gegenstände eindringen. Dr. Ing. Pfaff.

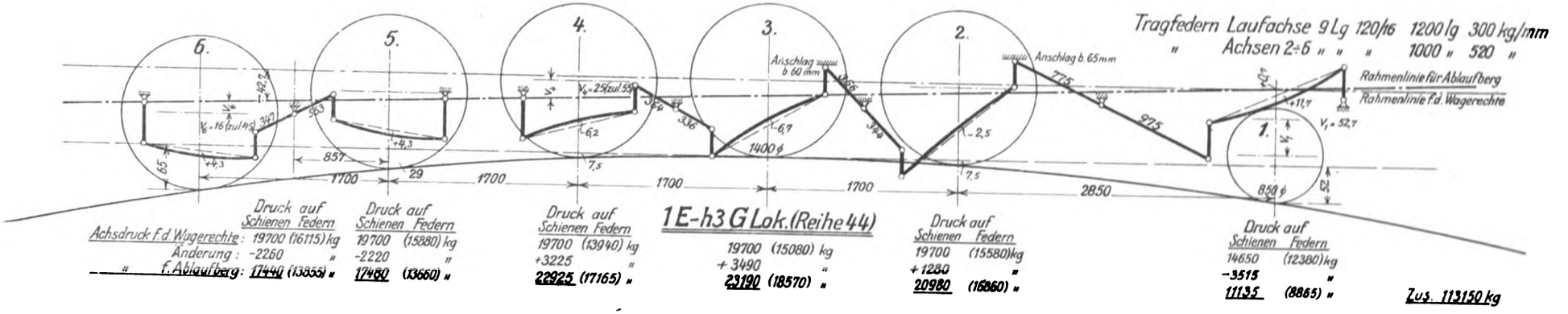
Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

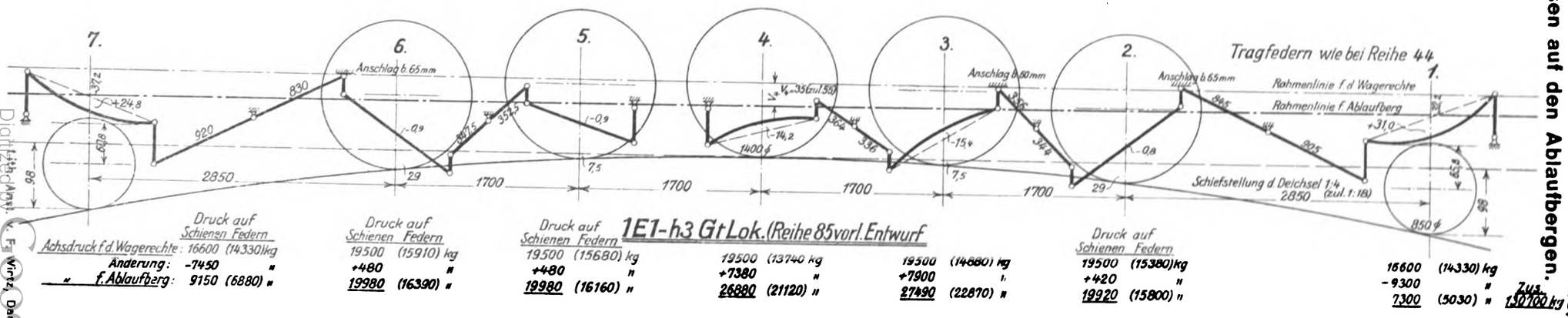
Digitized by Google

Zum Aufsatz: Die Einstellung der Lokomotivachsen auf den Ablaufbergen.

Maßstabverhältnis, Ausschläge : Achsstände : Ausrundungshalbmesser: 1 : 6¼ : 39.

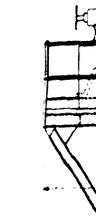




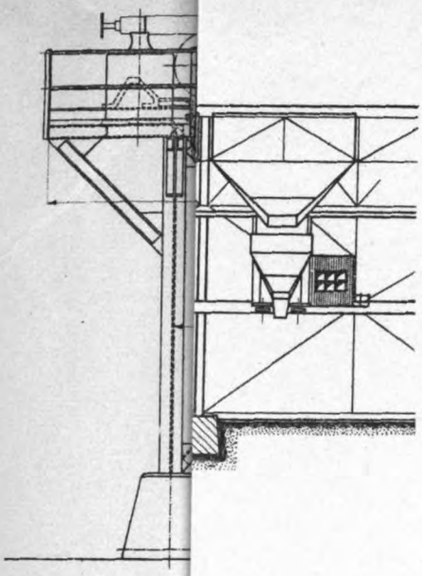


C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google



Digitized by Google



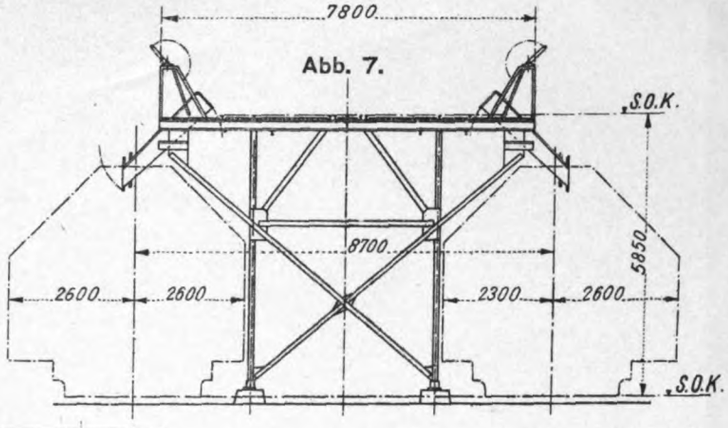
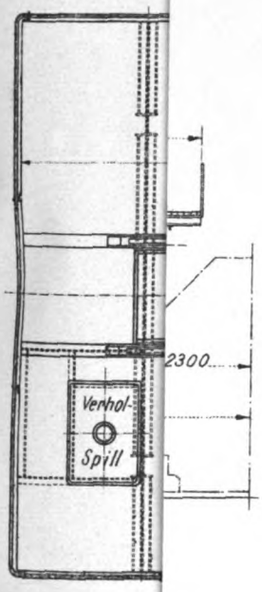


Abb. 7.



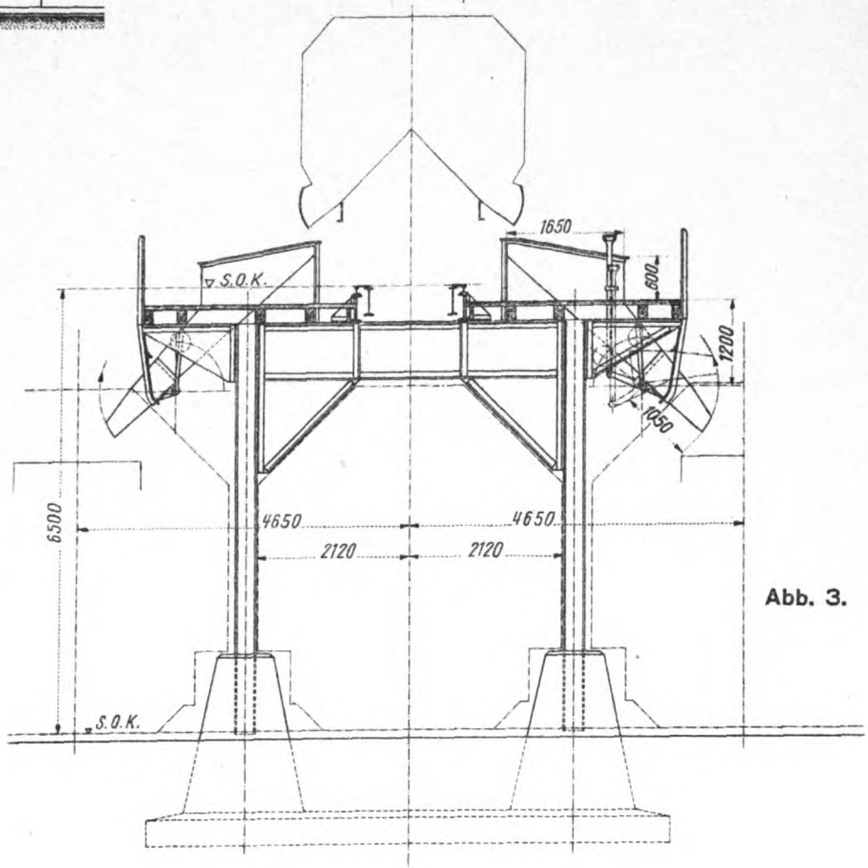


Abb. 3.

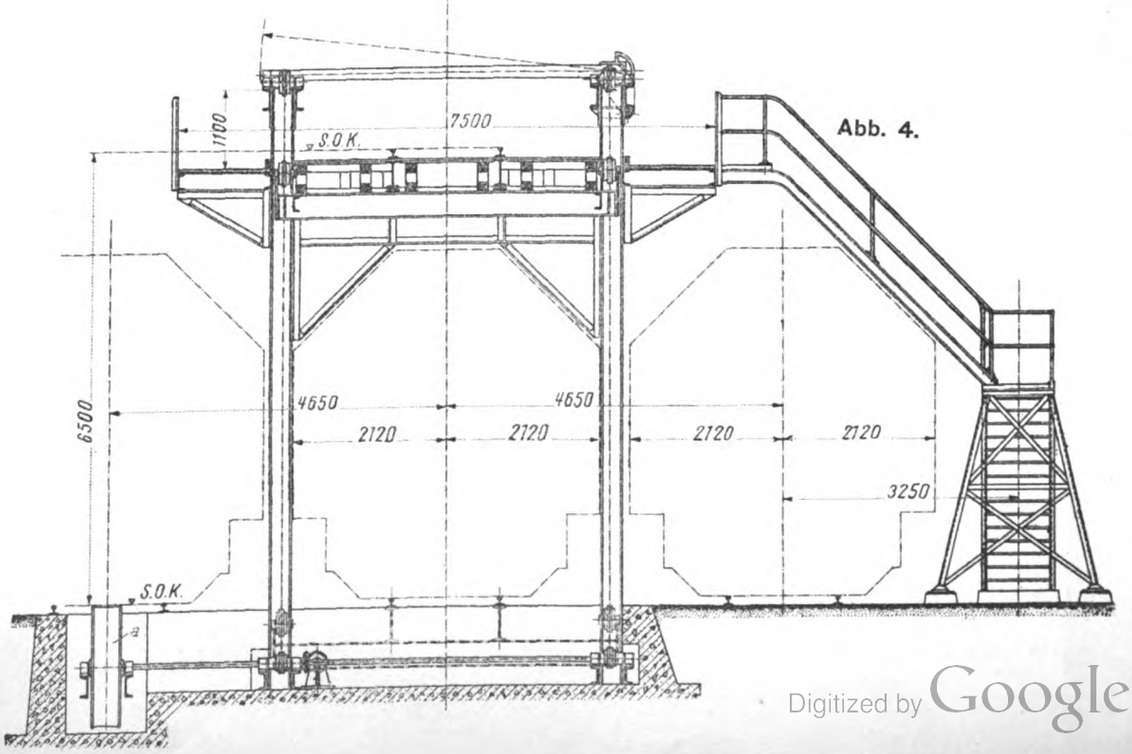
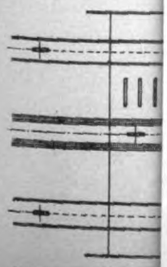


Abb. 4.



Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. Juni 1926 Heft 12

Ziele und Wege der Verschiebetechnik

unter besonderer Berücksichtigung der Münchener Verkehrsausstellung.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. W. Bäseler, München.

Einleitung.

Die Bedeutung der Verschiebetechnik ist heute allgemein anerkannt; ihre Ziele und Wege sind in den Hauptzügen einleuchtend. Aber es ist doch angezeigt, einmal die Problemgruppe im Zusammenhang zu betrachten.

Weil man an praktischen Beispielen immer am meisten lernt, sollen dabei besonders die Einrichtungen erwähnt werden, die auf der Münchener Verkehrsausstellung gezeigt wurden. Sie schaffen mit ihren dort festgestellten Ergebnissen für viele Fragen, die bisher in der Schwebe waren, eine sichere Grundlage. Aber den Rahmen dieses Aufsatzes sollen und können sie nicht bestimmen; denn wenn auch viel Mühe darauf verwendet wurde, die Ausstellung reichhaltig zu machen, so war es doch nicht möglich, das umfangreiche Gebiet zu erschöpfen.

Grenzen der Verschiebetechnik.

Ziehen wir zunächst die Grenzen der Verschiebetechnik. Man mufs unterscheiden zwischen primärer und sekundärer Zugbildung. Die primäre vollzieht sich jeden Augenblick an tausend Punkten, in Ladehöfen, Stückguthallen, Anschlufsgleisen und Unterwegsstationen. Sie belastet die Eisenbahn sehr stark, leider läfst sie sich nicht mechanisieren. Erst der sekundäre Vorgang, die Umbildung schon gebildeter Unterwegs-, Schlepp-, Rangier- und Übergabezüge zu Streckenzügen auf gröfsere Entfernung, ein Vorgang, der sich nur an wenigen bestimmten Knotenpunkten, den grofsen Verschiebebahnhöfen, vollzieht, läfst sich mechanisieren und der Gewinn an Leistung, Schnelligkeit, Sicherheit, Billigkeit, der sich für die Bewegung der Güterwagen hierbei ergibt, ist immer noch bedeutend genug, um die Aufmerksamkeit der Fachwelt zu beschäftigen.

Aufgabe.

Um die Aufgabe zu lösen, braucht man in jedem Fall schwere, grofse, nicht immer einfache Maschinen verschiedener Art. Da hört man denn oft sagen: »Was! Noch mehr Maschinen, noch mehr Unterhaltung? Die Eisenbahn ist ein rauher Betrieb, da pafst nur das Einfachste.« Wenn man so spricht, wird jedoch das Problem nicht richtig angesehen. Der Güterverkehr besteht aus Zugfahren und Rangieren; das erste machen wir maschinell, nämlich mit Lokomotiven, das zweite nicht. Sie sind aber beide gleichberechtigte Teile unseres Produktionsprozesses. Das Rangieren verschlingt einen grofsen, wahrscheinlich sogar den überwiegenden Teil der Ausgabe. Es ist also berechtigt, es auch mit Maschinen zu machen. Dafs diese bei der ganz anderen Art der Bewegung ein besonderes Aussehen haben, ist kein Grund dagegen. Die ganze Wirtschaft hat den Zug zur Intensivierung, ob wir wollen oder nicht; überall wird rohe, ungenaue Handarbeit abgelöst durch Maschinenarbeit. Niemand denkt daran, einzuwenden, die Maschine koste Kapital und Unterhaltung. Sie schafft eben viel mehr und spart Handarbeiterlöhne. So ist es auch hier. Gewifs mufs man verlangen, dafs die Maschine, auf der man den Betrieb aufbaut, zuverlässig sei, namentlich wenn keine Reserve da ist oder geschaffen werden kann; aber das sind Unterfragen, wenn auch gewifs nicht leicht zu nehmende. Ich möchte nur betonen, dafs grundsätzlich die Mechanisierung des Rangierens eine elementare Forderung der Zeit ist; man mufs die Aufgabe mit den ihr eigentümlichen Mitteln zu lösen suchen und es beweist nichts dagegen, wenn dabei neue und ungewohnte Elemente in den Eisenbahnbetrieb hineinkommen. Bei unserem verdichteten Netz ist heute die Schaffung der richtigen Zugbildungsmaschine genau so wichtig, wie zu Stephensons Zeit die der ersten Zugmaschine.

Worin besteht nun die Aufgabe? Sie besteht darin, aus einer Reihe Züge, die in einem Bahnhof stehen oder nach und nach einlaufen, neue zu bilden, wobei im allgemeinen aus jedem Zug Wagen in jeden neuen eingehen. Dazu gehört in jedem Fall eine grofse Reihe von Einzelbewegungen, die sich im allgemeinen kunterbunt durchdringen würden.

Lösungen.

Ein Spursystem, wie es ein Bahnhof ist, bietet immer nur eine höchst beschränkte Anzahl gleichzeitiger Bewegungsmöglichkeiten. Infolgedessen liegt der Gedanke nahe, sich vom Gleis frei zu machen, und in der Tat sind solche Vorschläge schon erörtert worden. Man könnte sich vorstellen, dafs über dem ganzen Bahnhof mehrere sehr grofse Krane arbeiten, die die Wagen greifen, hochziehen und an dem gewünschten Platz wieder absetzen. Oder man schiebt die Eisenbahnwagen auf nicht spurgebundene Fahrzeuge, sagen wir einmal sehr grofse Tiefladeautos und fährt sie an den neuen Platz. Nun, die Schwierigkeiten und Kapitalkosten solcher Lösungen scheinen so enorm, dafs man sich wohl nicht damit zu befassen braucht, solange es einen einfacheren Weg gibt. Und der ist schon lange darin gefunden worden, dafs man alle Wagen über eine Stelle jagt, von der alle Sammelplätze in unmittelbarem Zuge auf Schienen erreichbar sind und hierbei die höchste Intensität erstrebt. Diese Stelle ist das Herz des ganzen Bahnhofs, der Hauptablaufberg. Da hierbei alle Wagen in gleicher Richtung laufen und ihre Fahrwege sich nur verzweigen, nicht kreuzen, ist die für die Spurbahn so schwierige Gleichzeitigkeit in hohem Mafse erreicht; es laufen bei freiem Ablauf 3 bis 5, bei zwangläufigem Ablauf 20 bis 30 Wagen gleichzeitig, ohne sich zu stören.

Ich möchte auf die Gliederung der Verschiebebahnhöfe nur insoweit eingehen, als sie den Ablaufvorgang beeinflufst. Es ist klar, dafs, wenn man am Ablaufberg hohe und höchste Leistungen herausholt, auch die übrigen Teile des Bahnhofs entsprechend ausgebildet sein müssen. Wir beschränken also unsere Betrachtung auf den Teilvorgang, der in der einmaligen Auflösung eines Zuges zu Einzelwagen und ihrem Wiederzusammenschlufs zu neuen Wagenreihen besteht. Es handelt sich dabei um zwei Gleisgruppen, die im wesentlichen die Form der Abb. 1 haben. Aus der Gruppe E (Einfahrgruppe, Abdrückgleise) laufen die Wagen über den Berg in die Gruppe R (Sammelgleise, Richtungsgleise) und werden dabei nach Richtungen sortiert.

Das Wort Ablaufberg gibt uns schon gleich das Besondere, das die Bewegung der Wagen hierbei auszeichnet, nämlich die Benützung der Schwerkraft. Da es recht schwer ist, dem einzeln laufenden Wagen jeweils eine Antriebskraft zu geben, ist die Benutzung der auf jeden Wagen wirkenden und auf sein Gewicht abgestimmten Schwerkraft denkbar einfach und überall verwendet.

Digitized by Google

Das ist freilich auch kein absolutes Axiom. Früher wurde das Rangieren in der Ebene besorgt durch Abstofsen und noch heute ist dies an vielen weniger wichtigen Stellen der Fall. Es ist das allerdings ein rohes und teures Verfahren von geringer Leistung. Aber nachdem wir heute den Beschleunigungsantrieb besitzen — man denke in erster Linie an die Bauart Pösentrup — könnten wir damit in

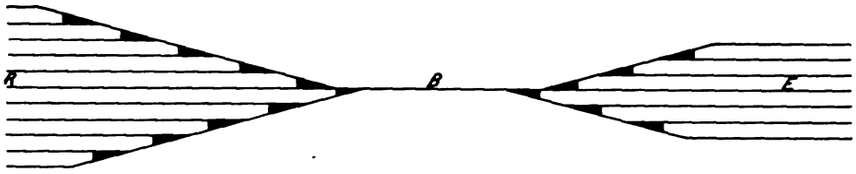


Abb. 1.

Fällen, wo ein Berg aus irgendwelchen Rücksichten durchaus nicht angelegt werden kann, einen ganz ordentlichen Betrieb einrichten. Dafs der Pösentrupantrieb grundsätzlich bei nicht zu weiten Entfernungen auf die dafür nötigen Leistungen gebracht werden kann, ist gar nicht zweifelhaft; es ist das einfach, wie so vieles auf diesem Gebiete, eine konstruktive Aufgabe, der man sich mit Ruhe, Geschick und Lust widmen mufs und zu der die Mittel bereit gestellt werden müssen.

Es gibt auch noch andere Möglichkeiten. Wenn man nämlich von einem Punkt aus eine grofse Reihe anderer Gleise erreichen mufs, so ist die Frage, ob dazu Weichenverbindungen überhaupt der richtige Weg sind, und ob sich dazu nicht geeignetere Konstruktionen finden lassen. Es ist das Verdienst von Feuerlein, diesen Gedanken, der wohl dem einen oder anderen auch schon in unbestimmten Umrissen vorgeschwebt hatte, zu Ende verfolgt und konstruktiv durchgearbeitet zu haben. Das Ergebnis ist die Gelenkdrehbrücke, die hier mit einer Abbildung aus seiner Veröffentlichung gezeigt sei (Abb. 2). Auf der Verkehrsausstellung war sie im kleinen in

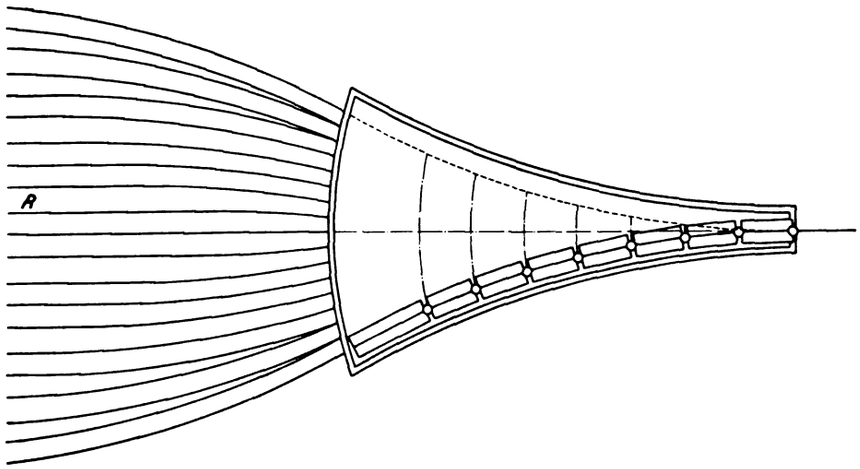


Abb. 2. Gelenkdrehbrücke nach Feuerlein.

dem Modellbahnhof in Betrieb zu sehen. In dem dreieckigen Raume zwischen der Verteilungsspitze und den Gleisanfängen bewegt sich ein brückenartiger Körper, der ein Gleis trägt und so gelenkig ist, dafs er mit jedem Gleis verbunden werden kann. Feuerlein denkt sich die Sache so: Die Richtungsgleise werden durch Nachschieben von oben her gefüllt, sie sind also in ihrem oberen Teil bis an die Spitze voll. Der Zug wird von einer Lokomotive abgedrückt und steht auf der Brücke bis hart an das Ende. Ist die Brücke auf das richtige Gleis eingefahren und verriegelt, so schiebt die Lokomotive solange nach, bis der oder die Wagen übergegangen sind. Dabei wird die in den Richtungsgleisen stehende Wagengruppe mitbewegt.

Gegen diesen Vorschlag sind in der Form verschiedene Bedenken erhoben worden, die sich aber m. E. alle beseitigen lassen, bis auf eines. Zunächst das Überfahren unter der Einwirkung der Lokomotive. Die Lokomotive hat hierbei im Höchstfall zwei ganze Züge vor sich, und soll diese um ein auf Dezimeter bestimmtes Mafs, nämlich die Länge der überzusetzenden Wagengruppe, vorschieben, sagen wir 9,70 m. Ich glaube, das gelingt in zwanzig Fällen einmal. Praktisch würde sich das so auswirken, dafs die Lokomotive im allgemeinen zu weit drückt, und dann etwas zurückfahren mufs, also ein Hin und Her, wie beim Abstofsen. Aber man kann es auch anders machen. Man kann die Lokomotive den Zug, wie beim Ablaufbetrieb, langsam und stetig nachdrücken lassen, wobei vorn auf der Brücke einige Wagenlängen frei bleiben, und dann die Wagen, die herüber sollen, mit einem auf der Brücke eingebauten Beschleunigungsantrieb in Gang bringen. Dann müssen natürlich die Richtungsgleise im obersten Teil ebenfalls frei sein. Wie man die Wagen in ihnen weiter bewegt, ist eine Unterfrage. Man wird einwenden, dafs es bei stetigem Nachdrücken des Zuges sehr leicht vorkommen kann, dafs der Zug über das Brückenende gerät, ohne dafs die Brücke auf ein Gleis eingefahren ist. Gewifs; aber deshalb braucht nichts zu passieren. Wenn man im obersten Teil der Richtungsgleise eine Art Auflaufboden aus Schwellen macht, könnte man den hinüber geratenen Zug leicht zurückziehen und wieder eingleisen. Sodann ist die Empfindlichkeit der Anlage betont worden. Zweifellos sind Störungen und Reparaturen unvermeidbar. Aber wenn man die Abdrückgleise doppelt entwickelt und eine zweite Brücke auf Reserve hat, die für gewöhnlich beiseite gefahren ist, so ist dieser Einwand beseitigt.

Es bleibt dann freilich immer noch eines: die verhältnismäfsig geringe Leistung. Es läuft eben, im Gegensatz zu den anderen Verfahren, immer nur ein Gang und ich glaube nicht, dafs man öfter als alle 1 bis 2 Minuten einen Wagen hinüber bringt. Das ist schon sehr günstig. Bei freiem Ablauf erreicht man 10 bis 15 Sekunden, in Verbindung mit Gleisbremsen 7 bis 8, bei zwangläufigem Ablauf 4 bis 5 Sekunden. Zwar gibt es viele Fälle, wo man so hohe Leistungen nicht braucht, aber die Frage ist, ob die Gelenkdrehbrücke dann noch ihrem Preis entsprechende Vorteile bietet.

Aber wie dem auch sei, in den Untersuchungen von Feuerlein stecken einige sehr wichtige Punkte. Vor allem wird der Wagen sanft bewegt, er wird, wenn man den Vergleich gebrauchen darf, nicht an seinen Platz geschossen, wie beim freien Ablauf, sondern gesetzt. Zweitens strebte er in der veröffentlichten Ausführungsform an, die Richtungsgleise von oben her zu füllen, so zwar, dafs keine Lücken entstehen, indem die Wagen unter Druck aufgesetzt und die davorstehenden weitergeschoben werden. Diese Gesichtspunkte werden uns noch in anderem Zusammenhang sehr beschäftigen.

Denselben Einwand wie gegen die Gelenkdrehbrücke wird man in noch höherem Mafse gegen den Vorschlag von Muncke machen müssen, der alle Bewegungen mit Schiebebühnen vollziehen will*).

*) Verkehrstechnische Woche 1922, Sonderheft über Verschiebebahnhöfe.

Digitized by Google

Gehen wir nun zu den gewöhnlichen Anlagen über, die mit Gefäll arbeiten. Da setzt die Literatur den bekannten Unterschied zwischen Flachbahnhof mit Eselsrücken und Gefällsbahnhof. Mir ist es etwas zweifelhaft, ob man diese Unterscheidung machen soll. Man kann nicht nur im Bahnhof, sondern sogar am einzelnen Ablaufberg die beiden Systeme fast beliebig mischen, je nachdem, wo man gerade das Gefäll zur Verfügung hat; man kann die Abdrückgleise ins Gefäll legen und die Richtungsgleise flach, oder die Abdrückgleise flach oder gar steigend und die Richtungsgleise ins Gefäll. Zudem werden wir sehen, dafs bestimmte und zwar die vollkommensten Lösungen des Ablaufvorganges, ganz bestimmte Gefällverhältnisse voraussetzen, die man weder unter den einen, noch den anderen Begriff einreihen kann. Es scheint also zweckmäfsig, den Unterschied ganz fallen zu lassen.

Den ganzen Verschiebevorgang können wir in fünf Einzelvorgänge zerlegen.

1. Das Abdrücken oder, bei Gefälle, das Ablaufenlassen.
2. Das Auseinanderziehen der Wagen, um den nötigen Zeit- und Raumabstand zum Umstellen der Weichen zu erzielen.
3. Die Weiterbewegung der Wagen in den Sammelgleisen.
4. Das Aufhalten der Wagen an der Sammelstelle.
5. Das Aufschliefsen der Lücken in Sammelgleisen.

Abdrücken und Ablaufenlassen.

Der erste Vorgang, das Abdrücken, geschieht jetzt bei flachem Gleis mit einer Lokomotive, bei Gefälle durch das Gegengewicht des Zuges, wobei einige Bremser mit Hilfe der Wagenbremsen die Bewegung regeln. An beiden ist mancherlei auszusetzen. Vor allem müfste der Rangierleiter am Berg in der Lage sein, die Bewegung des Zuges genau zu bestimmen. Je nachdem, ob die Wagen gut oder schlecht laufen, ob viel Einzelläufer oder gröfsere Gruppen abgehen, sollte er, wenn Höchstleistungen angestrebt werden, die Geschwindigkeit häufig und feinfühlig ändern können. Die Verständigung mit den oft einen halben Kilometer entfernten Bremsern und Lokomotivmannschaften durch Ablaufsignale ist dafür nur ein erster Notbehelf; sie geben nur drei grobe Zeichen: Schnell, Langsam, Halt; und es dauert oft eine Minute, bis diese Zeichen aufgenommen werden, während es dem Rangierleiter auf Sekunden ankommt. Für das Gefällgleis hat Frölich den zukunftsreichen Gedanken der Zulaufbremse gehabt. Man legt unmittelbar vor dem Ablaufberg eine Gleisbremse, die der Rangierleiter selbst steuert und mit der er den herankommenden Zug in der Gewalt hat. Der Gedanke ist gut und richtig, die Verwirklichung nicht ganz einfach. Wenn ein 1000 t schwerer Zug in einer Neigung 1 : 100 steht, so braucht man einschliefslich des Eigenwiderstandes, zum Halten schon eine Kraft von 10 t und wenn man so grofse Massen kurzzeitig vergröfsern will, kommen leicht Kräfte von 20 und 30 t heraus. Das erfordert schon besonders schwere Maschinen und alle Bremsen, deren Bremskraft durch das Gewicht der Wagen begrenzt oder wie bei den gewichtsautomatischen, unmittelbar bestimmt ist, sind ungünstig, weil sie, wenn gerade leere Wagen auf ihnen stehen, den Zug nicht genügend halten; sie werden mindestens sehr lang. Wir werden bei den Gleisbremsen auf diese Frage noch zurückkommen. Für flache Gleise hat die Reichsbahndirektion Erfurt zusammen mit dem Siemenswerk und der Lorenz A. G. auf den Bahnhöfen Neudietendorf und Gerstungen eine Schleifleitung mit hörbaren Zeichen auf der Lokomotive ausgeführt; die Telefunken-Gesellschaft hat in Seddin eine drahtlose telephonische Übertragung gezeigt. Auf dem Güterbahnhof Erfurt hat die Lorenz A. G. eine drahtlose Gebung hörbarer Zeichen ausgeführt. Alles das sind erhebliche und begrüfsenswerte Fortschritte. Immerhin bleibt der Wunsch, der Rangierleiter sollte die Bewegung mit eigener Hand steuern können, und zweitens ist die Dampflokomotive bei dem langsamen Abdrücken recht unwirtschaftlich ausgenützt, sie leistet keine ihrer Maschinenstärke entsprechende Arbeit.

Aus diesen Überlegungen heraus hat Derikartz den Gedanken entwickelt, die Lokomotive überhaupt zu beseitigen und durch einen ortsfesten Antrieb zu ersetzen. Auf der Verkehrsausstellung hatte die Vögele A. G. ein Modell dieser Einrichtung ausgestellt (Abb. 3).

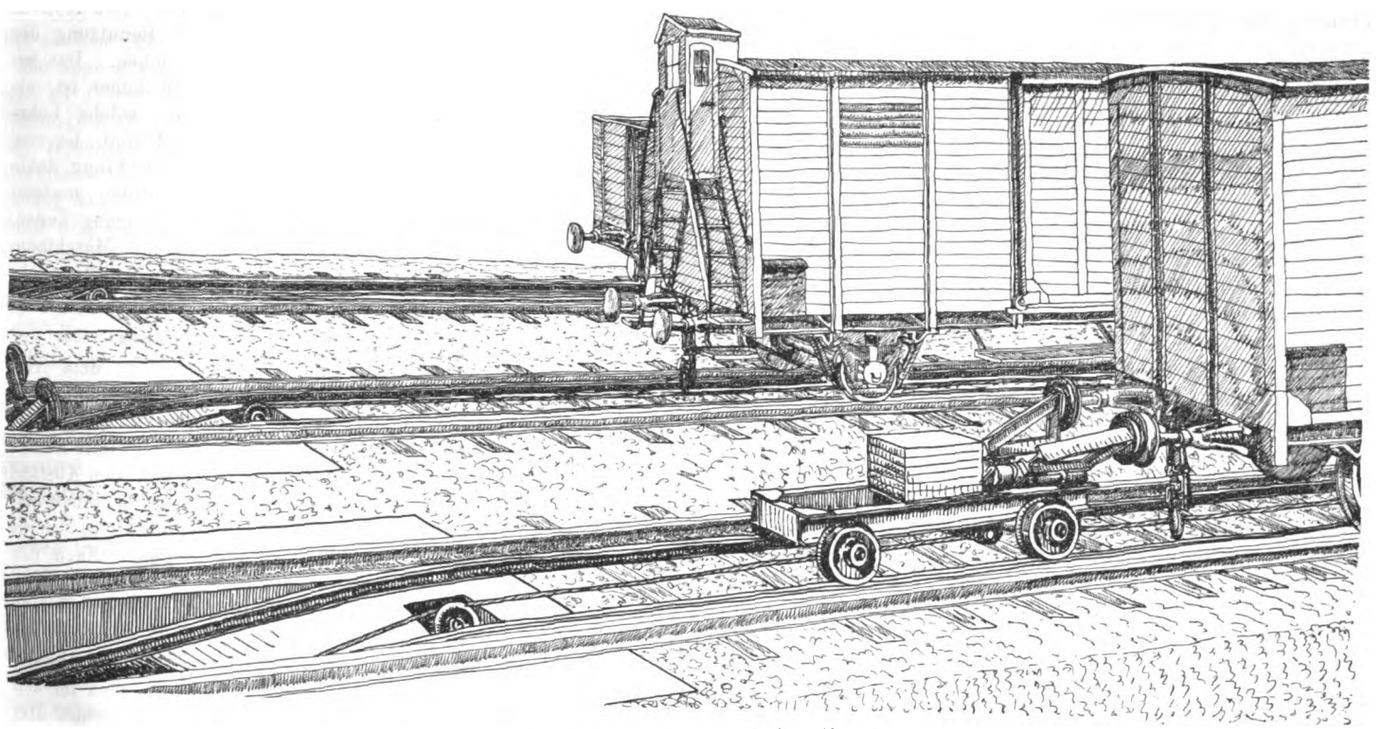


Abb. 3. Abdrückantrieb nach Derikartz.

Digitized by Google

In den Abdrückgleisen bewegt sich ein Druckwagen, der von einem Seil gezogen wird und sich hinter den Zug setzen kann. Der Antrieb für das Seil liegt bei dem Rangierleiter und wird von ihm gesteuert. Der Druckwagen kann am Anfang des Gleises in eine Grube verschwinden, damit ein Zug in das Gleis von oben her einfahren kann.

Die Einrichtung läfst sich ohne Zweifel gut konstruieren und wird ihrem Zweck voll entsprechen; es wäre sehr erwünscht, sie bald einmal auszuführen. Was in der Literatur zu Auseinandersetzungen geführt hat, ist ihr Anwendungsbereich. Die Anlage wird ziemlich schwer, namentlich, wenn man, wie Derikartz es will, das Abdrückgleis in die Steigung legt, um bei der Einfahrt des Zuges seine lebendige Kraft zurückzugewinnen. Dann kommen Seilkräfte von 12 bis 15 t heraus und die Maschinerie entspricht einem schweren Bergbahnantrieb. Wenn man mehrere Abdrückgleise hat, braucht man die Einrichtung im wesentlichen für jedes Gleis. Die Kosten sind also bei mehreren Gleisen nicht gering. Zudem wird es sehr schwierig, mehr als etwa zwei Seile durch die Vereinigungsweichen vor dem Berg durchzuführen. Derikartz will deshalb jedem Gleis seinen eigenen Berg geben und die Vereinigungsweichen in die Ablauframpe legen. Dieser Umbau ist aber auch meist nicht sehr bequem und verlängert die Ablaufstrecke, was schädlich ist. Aus diesen Gründen scheint mir die Grenze des Derikartzantriebes bei etwa zwei Gleisen zu liegen.

Es fragt sich nun, ob es nicht auch noch anders geht, und das ist das Ziel der Einrichtung, die von der Reichsbahndirektion München auf der Verkehrsausstellung vorgeführt werden sollte, die allerdings nicht rechtzeitig fertig wurde, nämlich der ferngesteuerten Lokomotive. Sie ist ein freizügiges Schiebezeug und der Kapitalaufwand nicht gröfser als bei mehreren Seilantrieben, ebensowenig die Betriebskosten bei richtiger Ausführung. Zwar scheint es, dafs man einen Mann mehr braucht, da man die Lokomotive auch bei Fernsteuerung nicht gut unbesetzt fahren lassen kann, aber den braucht man bei ortsfesten Antrieben auch. Denn wie soll der Rangierleiter den Schubwagen an das Zugende heranfahren, das einen halben Kilometer von ihm entfernt ist? Das mufs doch aus der Nähe bewirkt oder wenigstens beobachtet werden. Auch will man mit dem Schubwagen im Notfall den Zug halten können; er mufs also mit ihm gekuppelt sein. Auch dazu ist ein Mann nötig. Wenn er aber schon für diese beiden Bewegungen nötig ist, so kann er bei einem flotten Abdrückbetrieb zu einer wesentlichen anderen Arbeit nicht mehr herangezogen werden, dazu sind die Wege zu weit. Also nicht in der Einsparung eines Kopfes liegt der Vorteil, sondern in der unmittelbaren Steuerung des Zuges durch den Rangierleiter.

Die drahtlose Fernsteuerung, die in München ausprobiert wurde, ist im wesentlichen von der Lorenz A. G. in Berlin-Tempelhof nach Vorschlägen von Professor Thoma und mir geschaffen worden. Es wurde vorher geprüft, ob nicht eine Schleifleitung einfacher würde. Sie wird aber in Weichenverbindungen und bei vorhandener Oberleitung recht schwierig, auch ist ihre Wirkungsweise bei Reif nicht ganz sicher. Die drahtlose Übertragung wird nicht wesentlich teuerer und in mancher Hinsicht einfacher. Beim Rangierleiter befindet sich eine Mittelfrequenzmaschine, die bei Betätigung zweier Druckknöpfe Schwingungen von 1500 oder 3000 Perioden in einer Antenne entsendet, die längs des Abdrückgleises gespannt ist. Auf der Lokomotive befindet sich eine Antenne, mit der zwei Empfänger verbunden sind, der eine für 1500 und der andere für 3000 Perioden. Je nachdem, welchen Druckknopf der Rangierleiter betätigt, wird der eine oder andere Empfänger ansprechen. Mit Hilfe einer hochempfindlichen und doch aufserordentlich betriebssicheren Relaisübertragung wird ein Steuermotor links oder rechts in Umdrehung versetzt. Er wirkt im Sinne des »Schneller« oder »Langsamer« auf die Steuerorgane der Lokomotive.

Es läfst sich natürlich nicht jede Lokomotive dafür verwenden. Dampflokomotiven sind an sich ungeeignet, weil sie mehrere Steuerorgane haben und auch eine gewünschte Geschwindigkeit nicht genau und unabhängig von der Last einhalten können. Es eignen sich Akkumulatorlokomotiven, Oberleitungslokomotiven und Lokomotiven mit Explosionsmotor mit elektrischer oder hydraulischer Übertragung. Für den Versuch in München hatte die Hanomag eine 120 PS Diesellokomotive mit einem Lauf-Thoma-Getriebe zur Verfügung gestellt. Zur Veränderung der Geschwindigkeit ist bei dieser innerhalb des gewünschten Regelbereiches nicht mehr notwendig, als ein Steuerorgan vor- oder rückwärts zu steuern. Die Einrichtung war allerdings so getroffen, dafs man noch darüber hinaus auf Rückwärtslaufen steuern konnte.

Da wir im allgemeinen die obengenannten Lokomotiven noch nicht verwenden, würde man also zur Benutzung der Fernsteuerung eine besondere Lokomotive brauchen. Das beweist aber nichts, da ihr Kapitalaufwand nicht höher ist, als bei mehreren ortsfesten Antrieben. Wie weit solche Lokomotiven im übrigen für die Eisenbahn geeignet sind, ist eine Frage für sich, obwohl wahrscheinlich die Entwicklung dahin drängen wird, dafs Diesellokomotiven nach Erfüllung gewisser Voraussetzungen am ersten im Rangierbetrieb Eingang finden, weil sie hier bei grofsem Gewicht nur mäfsige Maschinenleistungen zu vollbringen haben, was ihre Konstruktion sehr erleichtert.

Das Auseinanderziehen und Ablaufenlassen.

Wir kommen nun zum zweiten Vorgang, dem Auseinanderziehen und Ablaufen der Wagen, einer Bewegung, über die schon eine umfangreiche Literatur entstanden ist. Allgemein läfst man die Wagen durch eine mehr oder weniger steile Rampe beschleunigen, wodurch sie untereinander einen gewissen Abstand erreichen, der zum Umstellen der Weichen zwischen ihnen notwendig ist, und zugleich die lebendige Kraft erhalten, die sie befähigt, die gewollten Laufwege zurückzulegen. Nach den Gesetzen der Mechanik würden die Wagen, wenn sie gleichen Laufwiderstand hätten, gleich schnell und in gleichem Abstand abrollen. Leider tun sie das nicht, und dem Ausgleich der Unterschiede gilt die Arbeit der Erfinder. Ich übergehe die bekannten und oft geschilderten Störungen, die sich für den Betrieb aus dieser Tatsache ergeben. Wir unterscheiden drei Lösungen:

a) Gleisbremsen
b) Beschleunigungsantrieb
c) Zwangläufiger Ablauf.

Gleisbremsen.

Von diesen ist die Gleisbremse das bisher am meisten angewendete und in neuen Anlagen vorgesehene System. Es verdankt seine Entwicklung der unermüdlichen Arbeit Frölichs, der nach einigen Vorversuchen anderer die erste brauchbare grofse Gleisbremse herausgebracht hat.

Frölich hat auch die Theorie der Ablaufdynamik in allen wesentlichen Teilen geschaffen, Professor Müller ihr das praktische bequeme Gewand gegeben. Sie ist, wie das gewöhnlich zu gehen pflegt, nicht fertig aus dem Haupte gesprungen. Als die Gleisbremsenerfinder mit ihrem Studium begannen, schwebte ihnen das Problem so vor: die Wagen rollen ungleichmäfsig und ungezügelt; man müfste sie regeln können, den zu schnell laufenden mit einer Bremse aufhalten können, damit er den Schlechtläufer nicht einholt. Man baute also in die Ablaufstrecke etwa am Fufs des Berges eine Bremse ein, die sogenannte Talbremse. Als sie da war, merkte man, dafs sie nicht das Gewünschte leistete, sondern etwas ganz anderes.

Digitized by Google

Die Geschwindigkeit wächst bekanntlich nur mit der Quadratwurzel der lebendigen Kraft. Wenn man einen schnellaufenden Gutläufer so abbremsen will, dafs er den vorauslaufenden Schlechtläufer nicht mehr innerhalb der Gefahrzone erreicht, so mufste man ihm einen grofsen Teil seiner lebendigen Kraft nehmen, um eine ausreichende Geschwindigkeitsminderung zu erzielen. Dann könnte es leicht sein, dafs er selbst nicht mehr weit genug läuft. Man sah, dafs die Talbremse, nach ihrer Lage im Raume der hohen Geschwindigkeit gar nicht geeignet war, Abstand zu halten. Das Problem lag ganz anders. Man mufste sehr steile Gefälle anwenden, weil dann gegenüber der starken Gefällkomponente der Eigenwiderstand zurücktrat und die Wagen ziemlich gleichmäfsig liefen.

Frölich ist diesen Weg mit aller Konsequenz gegangen. Man machte die Weichenzone so kurz als möglich, und das Gefälle so stark als anwendbar, und konzentriert es ganz auf den Anfang. Es gibt das bekannte Steilprofil.

Und die Talbremse? Sie war nicht weniger nötig. Bei solchen Gefällen, die noch ausreichen, um auch Schlechtläufer ohne allzu merkbares Zurückbleiben durch die Gefahrzone zu treiben, erlangen die schweren Gutläufer so hohe lebendige Kräfte, dafs ihr Aufhalten in den Richtungsgleisen mit Hemmschuhen unmöglich wird. Man mufs sie also vorbremsen, und das tut die Talbremse, wobei ihre Lage günstig ist, denn man kann, wie erwähnt, hier die lebendige Kraft des Wagens erheblich abmindern, ohne ein gar zu störendes Zurückbleiben zu bewirken.

Man kann nun gleich mit der Talbremse auch noch ein weiteres tun, man kann auf Laufweite bremsen, und auch diesen Schlufs zog Frölich. Man kann die Bremswirkung so abschätzen und einstellen, dafs der Wagen je nach der Entfernung, seinem Laufvermögen, den Widerständen des Weges usw. ungefähr an der gewünschten Stelle zum Halten kommt. Durch das Vorbremsen und Zielbremsen können unter günstigen Verhältnissen die Auffänger teilweise gespart und der Betrieb sicherer gestaltet werden.

Die Leistungssteigerung ist von selbst da; denn bei solchen Gefällen laufen eben die Wagen gleichmäfsiger und können deshalb dichter folgen. Es bleibt freilich noch ein gewisser Unterschied zwischen Gut- und Schlechtläufer. Auch ihn kann man noch verringern, wenn man den Gutläufer zu einer Zeit beeinflufst, wo seine Geschwindigkeit gering ist, nämlich oben am Berg. Eine geringfügige Bremsung bewirkt hier ein zeitliches Zurückbleiben um mehrere Sekunden. In diesem Sinne schuf Frölich die Gipfelbremse.

Das ist die Theorie der Gleisbremse. Sie ist klar und geschlossen; merkwürdigerweise hat sie sich noch nicht einmal in der Literatur vollständig durchgesetzt. Wo bei nicht zu grofsen Anlagen der Ablaufberg durch örtliche Verhältnisse (Klima, Wagengattung usw.) mit geringen Höhen, also mäfsigen Geschwindigkeiten eine genügende Wagenfolge gestattet, braucht man Bremsen nicht unbedingt.

Wenn wir nun zu den Gleisbremsen selbst übergehen, so darf die Thyssenbremse durch zahlreiche Veröffentlichungen und Ausführungen als genügend bekannt vorausgesetzt werden. Weniger bekannt ist die Jordanbremse (Abb. 4). Sie greift den Gedanken wieder auf, auf dem manche ältere Bremse von geringer Leistung beruhte, nämlich Bremsbacken einfach seitlich an die Radflanken zu drücken. Dazu ist grundsätzlich einiges zu sagen.

Das Gleisbremsenproblem wäre sehr einfach, wenn die Gefahr des Aufsteigens nicht wäre. Wenn man ein laufendes Rad genügend zwischen zwei Backen einklemmt, klettert es hoch. Das kann geschehen durch keilförmige Stellung der Backen vor dem Rad. Diese Ursache findet man im Schrifttum fast allein behandelt. Aber sie ist gar nicht erforderlich. Wir wollen und dürfen vielleicht annehmen, sie sei mit genügender Sicherheit zu beseitigen; dann kann das Rad immer noch sehr leicht aufsteigen, wenn der Bremsdruck genügend weit vorne angreift. Es genügt auch bei parallelen Bremsbacken, dafs ein Sandkorn dazwischen gerät, oder das Hervorstehen eines Grates, wie ihn viele Räder haben, um den ganzen Bremsdruck auf die vorderste Kante des Rades zu konzentrieren. Der Punkt

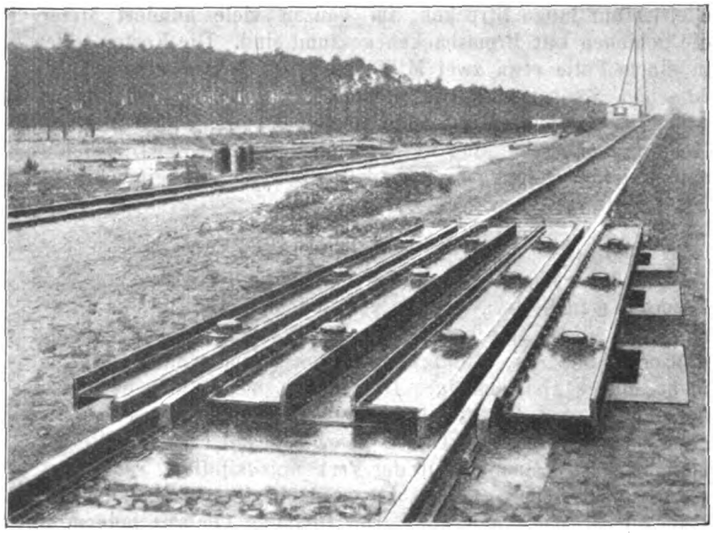


Abb. 4. Gleisbremse von Jordan.

liegt (s. Abb. 5) ungefähr $^2/_3$ r vor Radmitte, wenn r der Radhalbmesser ist. Wenn P = G ist, steigt das Rad auf. Die Bremskraft, die in diesem äufsersten Falle erreichbar ist, ergibt sich durch eine Momentengleichung zu $^2/_3$ G. Man kann sich nun gegen Aufsteigen schützen, indem man eine Fühlschiene oder dergleichen vorsieht, die bei Hochsteigen des Rades den Bremsdruck abschaltet. Da man aber hier ein häufiges Hin und Her nicht zulassen kann, mufs man wohl noch ein gutes Stück unter der Grenze bleiben. Nimmt man zweifache Sicherheit gegen Aufsteigen, was man bei der Unsicherheit des Reibungswertes wohl haben mufs, — so genau kann man den Steuerdruck nicht einstellen — so könnte die Bremskraft im Höchstfall $^1/_3$ G betragen. Damit erhält man eine Bremsverzögerung von 3,3 m sek², und zwar für jeden Wagen, denn man kann den Bremsdruck dem Wagengewicht entsprechend einstellen, sogar zwangsläufig, wenn man auf dem Ablaufberg eine Gleiswage aufstellt. Aber dann bleiben noch zwei unangenehme Punkte. Wenn mehrere Räder von nicht ganz gleicher Bandagenstärke in der Bremse stehen, kann sich der Anpressungsdruck auf einzelne Stellen konzentrieren. Ferner laufen sehr häufig leere und beladene Wagen zusammen. Da man sie nicht verschieden bremsen kann, mufs man den Druck auf den leichtesten bemessen. Der leichteste Wagen wiegt aber 6 t, kann also nur mit 2 t gebremst werden, und der schwerste, den wir heute zu 40 t annehmen müssen, infolgedessen auch nur mit 2 t. Laufen z. B. zwei beladene und ein leerer mit zusammen 86 t, so ist die Bremskraft nur 6 t, die Verzögerung also nur $^6/_{86}$ der Erdbeschleunigung = 0,7 m/sek². Die Bremse würde z. B. bei einem 4,5 m hohen Berg, bei dem man etwa 4 m Höhe, also

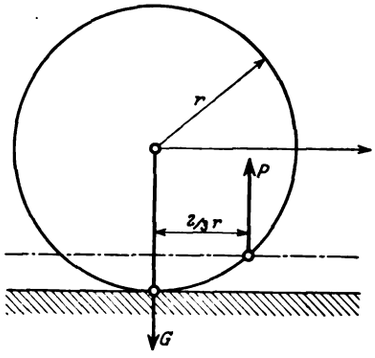


Abb. 5.

Digitized by Google

$86 \times 4 = 344$ mt sollte vernichten können, $\frac{344}{6} = 57$ m lang, was namentlich bei beweglichen Bremsen ziemlich unangenehm ist. Hierin scheint mir eine erhebliche Begrenzung für nicht gewichtsautomatische Reibungsbremsen zu liegen. In der Tat kann man an amerikanischen Ablaufbergen, die solche Bremsen haben, sehen, wie an sämtlichen, vom Berg herabführenden Gleisen auf lange Strecken, im ganzen viele hundert Meter, die Schienen mit Bremsbacken gesäumt sind. Die Kosten sollen in einem Falle etwa zwei Millionen Mark betragen haben. Es ist schön, wenn man solche Summen für einen Ablaufberg ausgeben kann; den gröfseren Fortschritt gebiert, wie immer, die Not; und wahrscheinlich werden selbst unsere nicht gewichtsautomatischen Reibungsbremsen demgegenüber schon einen grofsen Fortschritt bedeuten.

Wirbelstromgleisbremse.

Es läfst sich nicht verkennen, dafs mit den mechanischen Bremsen mancherlei Nachteile verbunden sind. Sie sind grofse und vielteilige Maschinen mit wahrscheinlich entsprechend grofser Abnutzung; die Bremswirkung ist manchmal hart und nicht immer gleichmäfsig. Das hat dazu geführt, den Magnetismus in den Dienst der Sache zu stellen. Die erste derartige Bremse, die mit Erfolg gearbeitet hat, hat die Reichsbahndirektion München auf der Verkehrsausstellung vorgeführt; es ist die Wirbelstromgleisbremse nach den Vorschlägen von Professor Thoma und mir. Der Gedanke lag seit langem in der Luft; ich kenne verschiedene Herren, die sich mit dem Problem abgegeben haben. Auch in der ausländischen Patentliteratur ist mancherlei darüber zu finden. Soviel ich sehen kann, sind jedoch die entscheidenden Punkte niemals richtig zusammengefafst worden. Folgen wir dem Gedankengang bei dem Entwurf der Münchener Bremse, so ist zuvörderst klar, dafs erhebliche Magnetismusmengen durch das Rad getrieben werden müssen, um eine genügende Wirkung zu erzielen. Es wird deshalb nicht ausreichen, nur die Schienen zu magnetisieren, sondern man mufs, wie bei den Reibungsbremsen, seitlich der Räder magnetisierte Bremsbacken anbringen. Berechnungen und Vorversuche an ziemlich grofsen Modellen habe ich über diese Punkte schon im Jahre 1911 gemacht, die mich zu der Überzeugung brachten, dafs das Problem wahrscheinlich mit Erfolg lösbar sei; doch konnten auch die gewiegtesten Elektrotechniker den Effekt nicht einwandfrei bestimmen und der erste Versuch in grofsem Mafsstabe, der immerhin mifslingen konnte, erforderte grofse Mittel, namentlich wegen der erforderlichen Kupfermengen. Der Krieg mit seiner Sparwirtschaft hat dann Versuche für ein Jahrzehnt unmöglich gemacht. Auch hatte es etwas für sich, abzuwarten, ob und wieweit das Problem der Gleisbremse auf rein mechanischem Wege zu lösen wäre. Um die Mittel zum Versuch zu bekommen, mufste die Meinung der Fachwelt erst reif für das Rangierproblem werden. Es wäre an sich natürlich richtig gewesen, den Versuch schon vor 14 Jahren zu machen; dafs es nicht geschah, ist schade; aber in solchen Dingen sich zu bescheiden, ist das Los jedes Erfinders.

Wenn wir nun genügend Magnetismus durch das Rad treiben, so ist die Frage, in welcher Weise er bremsen soll. Das Rad mufs an der Drehung gehindert werden. Ein eiserner Anker, der sich an einem Magnetpol vorbeibewegt, erzielt keinen besonderen Effekt. Es ist bekannt, dafs alle derartigen Bremsen auf dem Wirbelstromprinzip beruhen, d. h. auf den Strömen, die ein Magnetfeld in einem bewegten Kupferleiter erzeugt, der keine besonders gegliederte Gestalt zu haben braucht, sondern unter Umständen in einem massiven Kupferstück bestehen kann. Die Ströme werden auch Foucaultsche Ströme genannt. Ein bekanntes Modell, das im Deutschen Museum und auch in den meisten physikalischen Instituten zu finden ist, zeigt dies deutlich; es hat mich auch zuerst auf die Idee der Wirbelstromgleisbremse gebracht (Abb. 6). Zwischen den Polen eines starken Elektromagneten schwingt, ohne sie zu berühren, eine massive Kupferplatte. Werden die Magneten erregt, so steht die Kupferplatte fast augenblicklich still. Die Energie, die bei dem Fliefsen der Wirbelströme vernichtet wird, ist die Bremsenergie. Es käme also darauf an, auch bei der Gleisbremse Kupfer an geeigneten Stellen unterzubringen, so zwar, dafs beim Durchlaufen des Rades Ströme darin erzeugt werden. Es ist in diesem Fall nicht möglich, das Kupfer gegenüber dem Magnetfeld zu bewegen, wie das bei sonstigen Wirbelstrombremsen der Fall ist. Aber das ist auch nicht nötig. Das Rad, das zwischen den zu langen Bremsschienen ausgestreckten Polen eines Elektromagneten sich bewegt, verändert beim Durchlaufen das Feld; die Kraftlinien gehen zum weit überwiegenden Teile durch das Rad, nicht durch den breiten Luftspalt und werden also vom Rad mitgenommen. Wenn man nun z. B. die Magnetbacken mit einer Kupferplatte belegt, so wird diese von den fortschreitenden Kraftlinien durchdrungen und gibt einen Wirbelstromeffekt. Das war meine ursprüngliche Idee. Professor Thoma zeigte mir, dafs es erheblich besser ginge, wenn man die Bremsbacken zu einzelnen Polen auflöste und sie nur mit einem leiterartigen Kupferbande umlegte, einer sogenannten Käfigwicklung, die etwa dem abgewickelten Kurzschlufsläufer eines gewöhnlichen Drehstrommotors entspricht. Dann geht der Weg, den die Kraftlinien zu nehmen haben, im wesentlichen oder ganz durch Eisen, was für die Stärke des Magnetfeldes sehr förderlich ist. Obwohl nun der Strom hierbei etwas strenger geführt ist, als in einer kupfernen Platte, haben wir den Namen Wirbelstromgleisbremse beibehalten (Abb. 7).

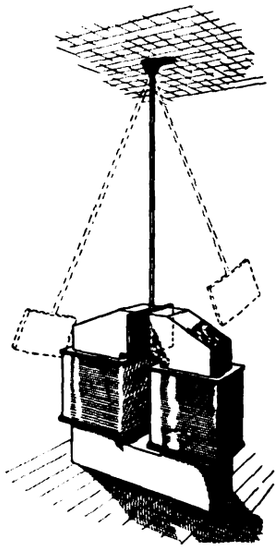


Abb. 6. Wirbelstrommodell.

Wie die lebendige Kraft in der Bremse vernichtet wird, ist hiernach klar. Man kann auch noch die Frage stellen, wie das Moment auf das Rad herauskommt. Eine einfache Überlegung zeigt, dafs die entstehenden Ströme des Magnetfeldes da, wo sich das Rad den Polen nähert, also vor dem Rad schwächen, während sie es hinter dem Rad verstärken. Das Rad wird also hinten sehr viel mehr nach unten gezogen als vorne. Damit ist zugleich, und darin liegt zum guten Teil die Bedeutung der Bremse, der Gefahr des Aufsteigens begegnet. Wesentliche Kräfte, die vorne am Rad angreifen und nach oben gerichtet sind, können nicht auftreten; die Bremse enthält den Aufsteigeschutz in sich selbst.

Praktisch war noch eine schwierige Frage zu lösen. Die Radreifen sind verschieden stark; auch können die Räder einer Achse in ihrem Abstand etwas variieren. Dabei hätten sich, wenn man die Bremsbacken ganz fest macht, Luftspalte von 1 bis 2 cm ergeben, was den Magnetismus sehr geschwächt hätte. Es war notwendig, dafür zu sorgen, dafs die Bremsbacken immer an den Rädern anlagen. Dabei darf freilich der Eisenweg des Magnetflusses auch an keiner anderen Stelle durchbrochen werden. Die Magnetschenkel wurden zu diesem Zweck aus Eisenblechen zusammengesetzt, die genügend Federspiel aufwiesen und trotz der grofsen Querschnitte den Backen eine

Digitized by Google

ausreichende Beweglichkeit gestatteten. Die Backen liegen also immer an den Rädern an, und zwar brauchen sie nicht gesteuert zu werden, sie ziehen sich unter dem Einflufs des Magnetismus sofort mit grofser Kraft an das Rad. Hierbei entsteht ein sehr bedeutender Nebenerfolg, nämlich Reibung. Die Bremse wirkt zum Teil auch als Reibungsbremse. Die Reibung ist immerhin so stark, dafs, wie die Besucher der Verkehrsausstellung öfters beobachteten, eine mittelschwere Maschine zwei in der Bremse stehende Wagen auch bei schärfstem ruckweisen Anziehen nicht herausbrachte.

Aufser der Sanftheit ihrer Wirkung, der Robustheit der Konstruktion, dem Fortfall beweglicher Teile und ihrer voraussichtlichen grofsen Lebensdauer hat die Bremse auch sonst bedeutende Vorteile. Ein entscheidendes Erfordernis für die Gleisbremsen ist ihre gute Steuerfähigkeit. Der ganze Bremsvorgang dauert manchmal nur 2 oder 3 Sekunden und die beabsichtigten Änderungen der Wirkung, d. h. die Schaltvorgänge dürfen höchstens Bruchteile von Sekunden beanspruchen. Ist eine elektrische Maschine hierfür an sich schon besonders geeignet, so kommt noch etwas Weiteres hinzu. Beim Abbremsen auf Laufweite, was sich zur eigentlichen Aufgabe der Talbremse entwickelt hat, sind zwei erhebliche Unsicherheitsfaktoren: erstens, die gewünschte Wirkung richtig zu schätzen, zweitens, sie mit der Bremse herzustellen. Für das erste kann man dem Wärter verschiedene Anhaltspunkte geben, es bleibt auch dann noch ein gewisser Rest, aber der ist nicht zu beseitigen. Für die zweite Aufgabe hat Frölich bekanntlich angestrebt, die Maschine so auszubilden, dafs durch Einstellung eines bestimmten Bremsdruckes das gewünschte, vorher eingestellte Bremssoll von ihr automatisch verwirklicht wird. Dieses Ziel stöfst bei allen Bremsen, auch der Wirbelstromgleisbremse, auf erhebliche Schwierigkeiten. Bei den Reibungsbremsen können Unterschiede in der Reibungsziffer, z. B. in dem Unterschied zwischen trockenen und öligen Rädern, der nicht zu beseitigen ist, die Wirkung leicht um 100 % verändern; bei der Thyssenbremse bedingt auch die stark geneigte Stellung der Druckstützen, nahe der Totpunktlage, grofse Unterschiede im ausgeübten Bremsdruck, die auch nicht vorherzusehen sind. Das geht so weit, dafs gewisse Fahrzeuge fest klemmen oder nach Überschreitung der Totpunktlage gar nicht mehr bremsen. Versuche von Gottschalk*) haben denn auch die grofse Streuung der Ergebnisse gezeigt. Bei der Wirbelstrombremse spielt die verschiedene Dicke und verschiedene Magnetisierbarkeit der Radreifen eine gewisse Rolle, wenngleich sie nicht so grofs ist, als wir zuerst angenommen haben. (Es hat sich gezeigt, dafs auch Wagen mit Hartgufsrädern fast ebenso gut bremsen, wie diejenigen mit Radreifen.) Es kommt also in allen Fällen heraus, dafs, wenn man das Bremssoll wirklich genau herstellen will, man das Δl-Verfahren anwendet, wie es Frölich genannt hat,

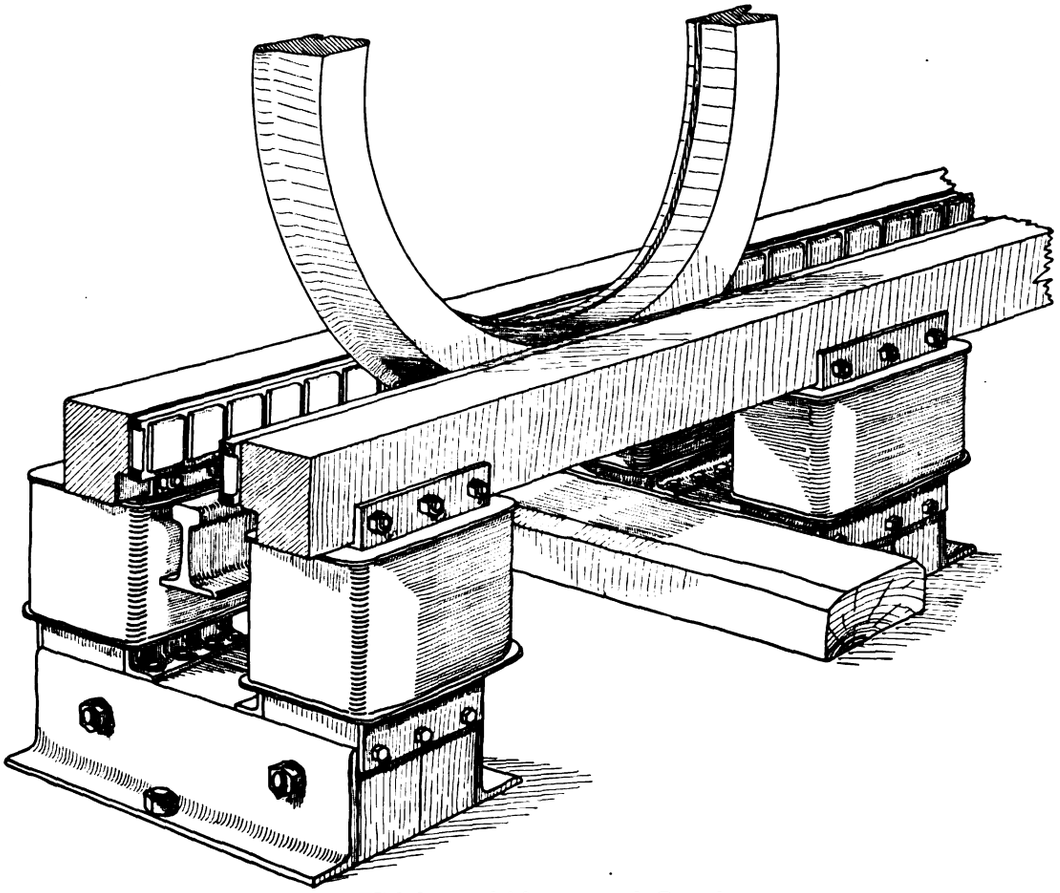


Abb. 7. Wirbelstromgleisbremse nach Bäseler.

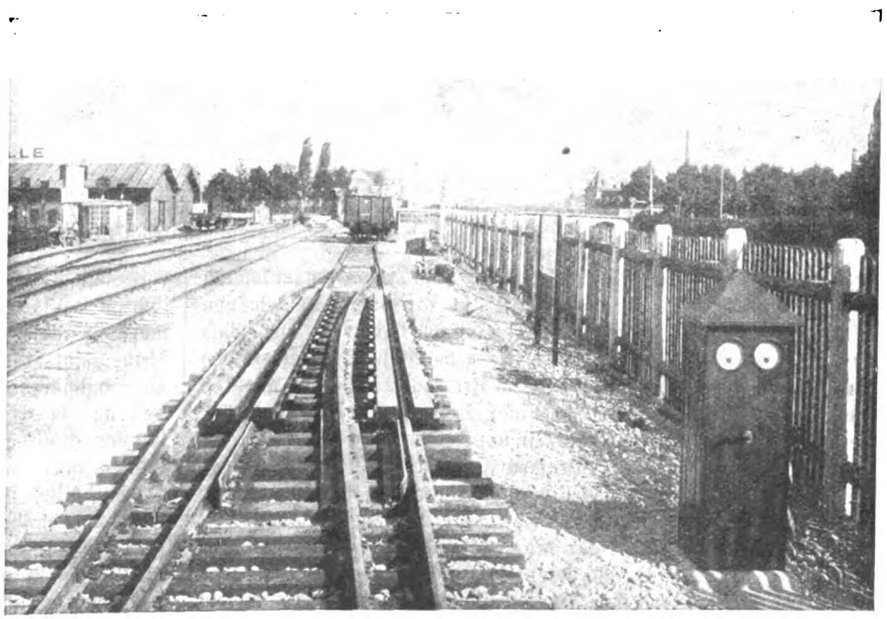


Abb. 8. Wirbelstromgleisbremse nach Bäseler auf der Verkehrsausstellung München 1925.

*) Verkehrstechn. Woche 1925, Nr. 37. Siehe auch Pösentrup, Organ 1924, Heft 4.

Digitized by Google

d. h. man bremst so lange, bis die Geschwindigkeit auf das gewünschte Maſs herabgesunken ist, und schaltet dann ab. Diesen Augenblick durch Beobachtung zu ermitteln, ist dem Wärter praktisch mit genügender Genauigkeit nicht möglich; man muſs die Geschwindigkeit durch die Maschine messen lassen. Dafür bietet nun wieder die Wirbelstromgleisbremse eine sehr einfache Lösung. Die Folge, in der die Pole von dem Rad nacheinander erregt werden, ergibt eine gewisse Frequenz, welche unmittelbar ein Abbild der Wagengeschwindigkeit ist. Legt man um jeden Pol eine Meſswicklung und läſst diese auf einen Frequenzmesser arbeiten, so zeigt dieser in jedem Augenblick die Geschwindigkeit an und es ist leicht, einen Zeiger vorher so einzustellen, daſs die Maschine bei einer bestimmten Geschwindigkeit abgeschaltet wird. Dann kann man also eine gewünschte Auslaufgeschwindigkeit genau und automatisch herstellen.

Ich möchte diesen Punkt nicht verlassen, ohne auf eine weitere groſse Entwicklungsmöglichkeit der Wirbelstromgleisbremse hinzuweisen. Die Bremskraft, die in München am laufenden Wagen erzielt wurde, betrug etwa $1^1/_2$ t für einen zweiachsigen Wagen. Sorgfältige magnetische Messungen haben ergeben, daſs es bei Verstärkung der Magnete leicht möglich ist, Bremskräfte von 6 bis 7 t hervorzubringen. Die Bremse steht dann mit den mechanischen Gleisbremsen in einer Reihe. Es kann nun für gewisse Fälle, namentlich bei sehr hohen Bergen und sehr kurzer verfügbarer Baulänge der Bremse erwünscht sein, die Bremskraft noch zu steigern. Das ist möglich, wenn man die magnetische Bremsung mit der mechanischen verbindet. Der zusätzliche Druck, mit dem das Rad durch den Magnetismus nach unten gezogen wird, ist 4 bis 5 t. Da das leichteste Rad etwa 1,5 t Raddruck hat, wird dieser durch den Magnetismus auf das Vierfache verstärkt. Man könnte also, selbst vom Wirbelstromeffekt ganz abgesehen, die mechanische Bremsung durch Anpressung der Backen, die, wie wir oben sahen, bei der nicht gewichtsautomatischen Bremse auf etwa 2 t für den Wagen begrenzt ist, in gleichem Verhältnis vergröſsern, also auf 8 t bringen. Dann könnte beispielsweise die früher genannte Kombination von zwei beladenen und einem leeren Wagen statt mit 6 mit 24 t gebremst werden, und der Wirbelstromeffekt käme noch dazu. Die Zusatzeinrichtung, für die Druckół als geeignetstes Preſsmittel erscheint, wird verhältnismäſsig unbedeutend, nachdem die Hauptteile der Bremse schon da sind. Mit einer solchen Bremse wäre es ohne weiteres möglich, einen leichten Wagen, wenn man die Bremse senkrecht hochstellt, an dieser herunterlaufen zu lassen und abzubremsen, ohne daſs er Neigung zum Aufklettern zeigt.

Die Frage der kombinierten Magnet- und Reibungsbremse ist deshalb so wichtig, weil bei allen Gleisbremsen die Profilfreiheit groſse Schwierigkeiten macht. Je höher hinauf ans Rad, desto leichter läſst sich die genügende Bremswirkung erzielen. Alle starken Bremsen gehen bis zur Höhe des Wagenprofils, 130 mm über SO. Die Bremse ist dann von den normalen Lokomotiven, die bis 100 mm über SO. herunterreichen, nicht mehr befahrbar. In München war deshalb ein Umfahrungsgleis vorgesehen, das 8 cm höher lag und somit sogar das Profil des lichten Raumes einhielt. Das erfordert aber viel Baulänge, die meistens nicht zur Verfügung steht. Man kann nun ohne groſse Mühe, statt die Bremse zu senken, das Fahrgleis heben. Der Eisenbahner befürchtet hierbei gewisse konstruktive Schwierigkeiten; da es sich aber nicht um ein Streckengleis handelt, können diese gar nicht ernstlich in Betracht kommen. Sie sind immer noch weit geringer, als bei einer Schiebebühne oder Drehscheibe. Wo aber auch das aus verschiedenen Rücksichten nicht anwendbar erscheint, da ist das besondere Anwendungsfeld der kombinierten Magnet- und Reibungsbremse. Sie vermag, auch wenn man nur bis 80 oder 90 mm über SO. geht, Bremskräfte zu erzielen, die diejenigen der jetzigen Reibungsbremsen erheblich übersteigen.

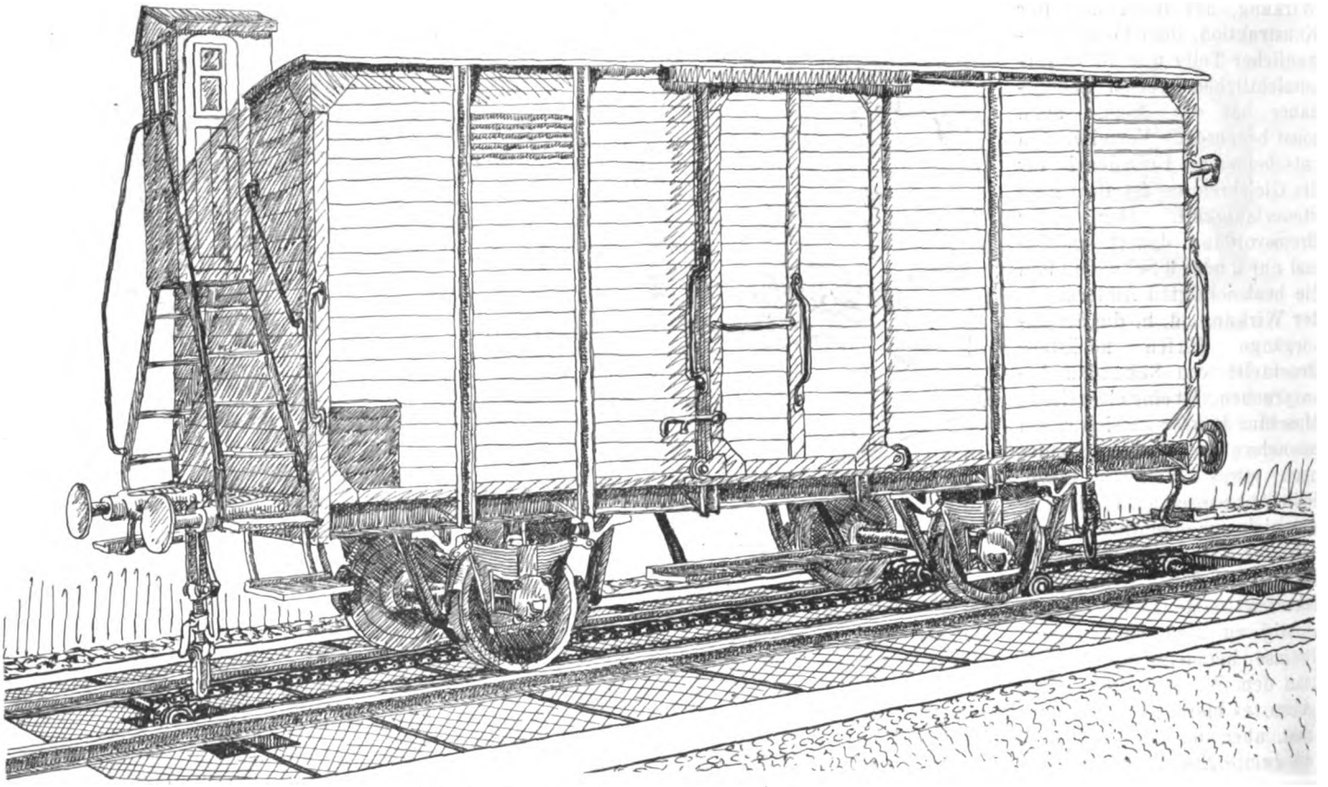


Abb. 9. Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup.

Beschleunigungsantrieb.

Wir kommen nun zur zweiten Ablaufmethode, dem Beschleunigungsantrieb. Der Vorschlag ist erstmalig von Heinrich gemacht worden. Die Gleisbremsenlösung befriedigt energiewirt-

Digitized by Google

schaftlich nicht recht; warum soll man soviel Energie aufwenden, die nachher wieder vernichtet wird, zumal der Gutläufer weit mehr sind als der Schlechtläufer. Können wir die Sache nicht umkehren? Freilich, so arg wichtig ist das Energieprinzip nicht; im Eisenbahnbetrieb kommt es auf ein paar mehr aufgewendete Metertonnen nicht an, wenn nur »der Apparat läuft«; am Ausnutzungsfaktor hängt ungefähr alles. Aber der Einbau so hoher Berge, wie ihn die Gleisbremsen erfordern, ist häufig recht unbequem, manchmal unmöglich, die Umänderung einschliefslich der Bremse selbst wird nicht billig. Wenn man da eine einfache Zusatzmaschine hätte, die auch bei niedrigem Berg den Schlechtläufer genügend antreibt, dann wäre das doch recht viel wert.

Heinrich wollte den Wagen an der Seite mit einer Rangierwinde fassen. Ich bin der Meinung, dafs die Lösung, mit gewissen Änderungen, auch heute noch anwendbar ist. Für die meisten Fälle verdient freilich der Vorschlag von Pösentrup den Vorzug, der die Kraft am Rade mittels einer Druckwelle angreifen läfst. Die erste derartige Anlage befindet sich in Seddin und arbeitet recht gut, nachdem manche Mängel beseitigt sind, die bei dem überhasteten Einbau für die Ausstellung unvermeidlich waren. Der Antrieb wird von dem Personal gern benutzt. Die Einzelheiten darf ich auch als bekannt voraussetzen; er ist in Abb. 9 und 10 dargestellt.

Zunächst einiges zur Theorie. Die Druckrolle mufs den laufenden Wagen einholen und fassen; dabei soll es möglichst keinen Stofs geben. Das ist bei grofser Geschwindigkeit sehr schwer, obwohl es dem, der sich viel mit der Feinsteuerung grofser Maschinen beschäftigt hat, nicht unerreichbar erscheint. Einstweilen ist der Antrieb auf die Zone kleiner Geschwindigkeiten beschränkt, d. h. er mufs oben am Berg liegen. Daraus folgt, dafs er den Schlechtläufer, der einen Energiezuwachs bekommen soll, damit er weit genug läuft, zugleich zeitlich soweit vorschiebt, dafs er in den meisten Fällen den vorangehenden Gutläufer einholt. Der Zeitabstand der laufenden Wagen mufs deshalb grofs sein und die Leistung wird geringer. Auch ist es schwer, den Schlechtläufer schon auf dem Berg zu erkennen. Aber da müssen wir einmal die Frage stellen, was

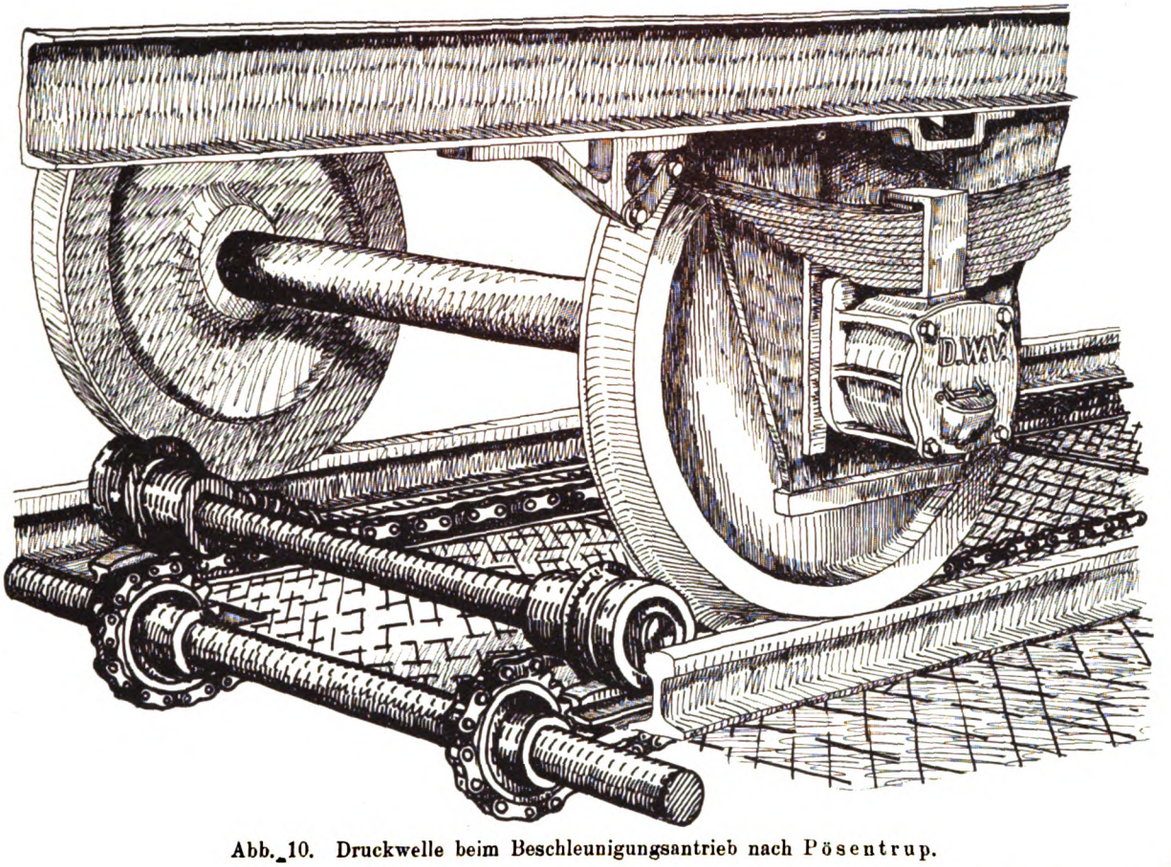


Abb. 10. Druckwelle beim Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup.

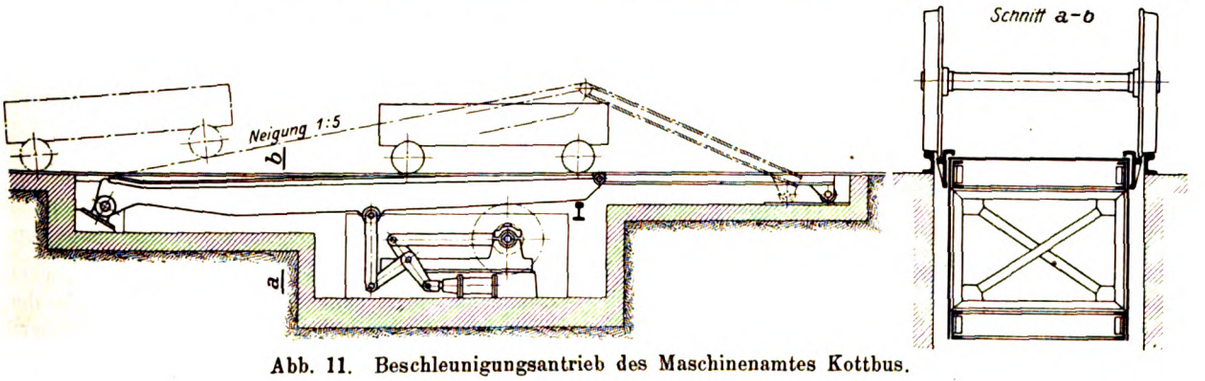


Abb. 11. Beschleunigungsantrieb des Maschinenamtes Kottbus.

Digitized by Google

man denn überhaupt erreichen will und soll. Es gibt viele ältere Bahnhöfe, die bei ungünstigem Wetter schlecht oder so gut wie gar nicht arbeiten, weil die Wagen in den Weichen stehen bleiben; da ist man froh, wenn die Wagen überhaupt durchkommen, ohne dafs man Sturmkolonnen bereitstellen mufs, die sich auf zögernde Wagen stürzen und nachschieben, oder dafs man alle Augenblicke mit der Maschine nachdrücken mufs. Da kommt es wahrlich nicht darauf an, ob die Wagenfolge 30, 40 oder 60 Sekunden beträgt. Der Pösentrup-Antrieb läfst sich ohne Änderung der Gesamtordnung einbauen; konstruktiv kann und wird er noch bedeutende Verbesserungen erfahren; man kann Zusatzhöhen von 1,00 bis 1,40 m sicher erreichen; er ist deshalb ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für unsere älteren Anlagen. Zu Höchstleistungen eignet er sich erst dann, wenn es gelingt, ihn im Raum der grofsen Geschwindigkeiten anzubringen und auch dann ist die Frage, ob die Bremse nicht das Bessere ist.

Auf der Verkehrsausstellung war noch ein interessanter Beschleunigungsantrieb im betriebsfähigen Modell zu sehen, den das Maschinenamt Kottbus zusammen mit der Jordanbremsengesellschaft gebaut hat (Abb. 11). Er besteht aus einer hebbaren Brücke, die in der Ablauframpe liegt und unter den fahrenden Wagen gehoben wird. Der Einbau im Raume grofser Geschwindigkeiten erscheint leichter, der Preis allerdings sehr viel höher. Für dreiachsige Wagen ist er nicht verwendbar.

Zwangläufiger Ablauf.

Wir kommen nun zu dem dritten Verfahren, das in gewisser Beziehung zwischen den beiden erstgenannten steht, dem zwangläufigen Ablauf. Die Einrichtung, an der ich seit vielen Jahren arbeite, war auf der Münchener Verkehrsausstellung zum erstenmal im Grofsen zu sehen und hat auch sehr gut gearbeitet, besser als man bei einer Erstausführung annehmen konnte. Wir haben gesehen, dafs sowohl die Gleisbremse wie auch der Beschleunigungsantrieb Kompromisse machen müssen. Sie müssen gleichzeitig Laufweite und Abstand berücksichtigen und diese beiden Forderungen widersprechen sich häufig. Es liegt auf der Hand, dafs die höchste und regelmäfsigste Leistung erreicht wird, wenn die beiden Forderungen getrennt und dadurch exakt erfüllt werden. Dabei wäre es noch besonders erwünscht, die hohen Geschwindigkeiten zu beseitigen, die sowohl bei der Gleisbremse wie auch dem Beschleunigungsantrieb notwendig auftreten. Die hohen Geschwindigkeiten enthalten immer ein Gefahrmoment und kein Eisenbahner sieht ohne eine leichte innere Unruhe, auch bei den besten Gleisbremsen, die Wagen mit so grofser Wucht den Berg hinuntersausen. Aus diesem Grunde scheut sich auch das Personal, die Gipfelbremse, wo sie vorhanden ist, zu ihrem gewollten Zweck, nämlich höchster Leistungssteigerung, auszunutzen; man traut sich im allgemeinen erst, einen zweiten Wagen laufen zu lassen, wenn der erste schon in der Talbremse oder doch nicht mehr weit davon ist. Die Kopplung: Hohe Leistung nur bei und durch hohe Geschwindigkeit, die die Gleisbremse verlangt, ist eine unangenehme Auflage. Die ideale Forderung würde lauten: Höchste Leistung bei geringster Geschwindigkeit. Es ist klar, dafs man dies nur erreichen kann, wenn man den Wagen ihre Bewegung innerhalb der Verteilungszone genau vorschreibt, die ganze Bewegung mechanisiert.

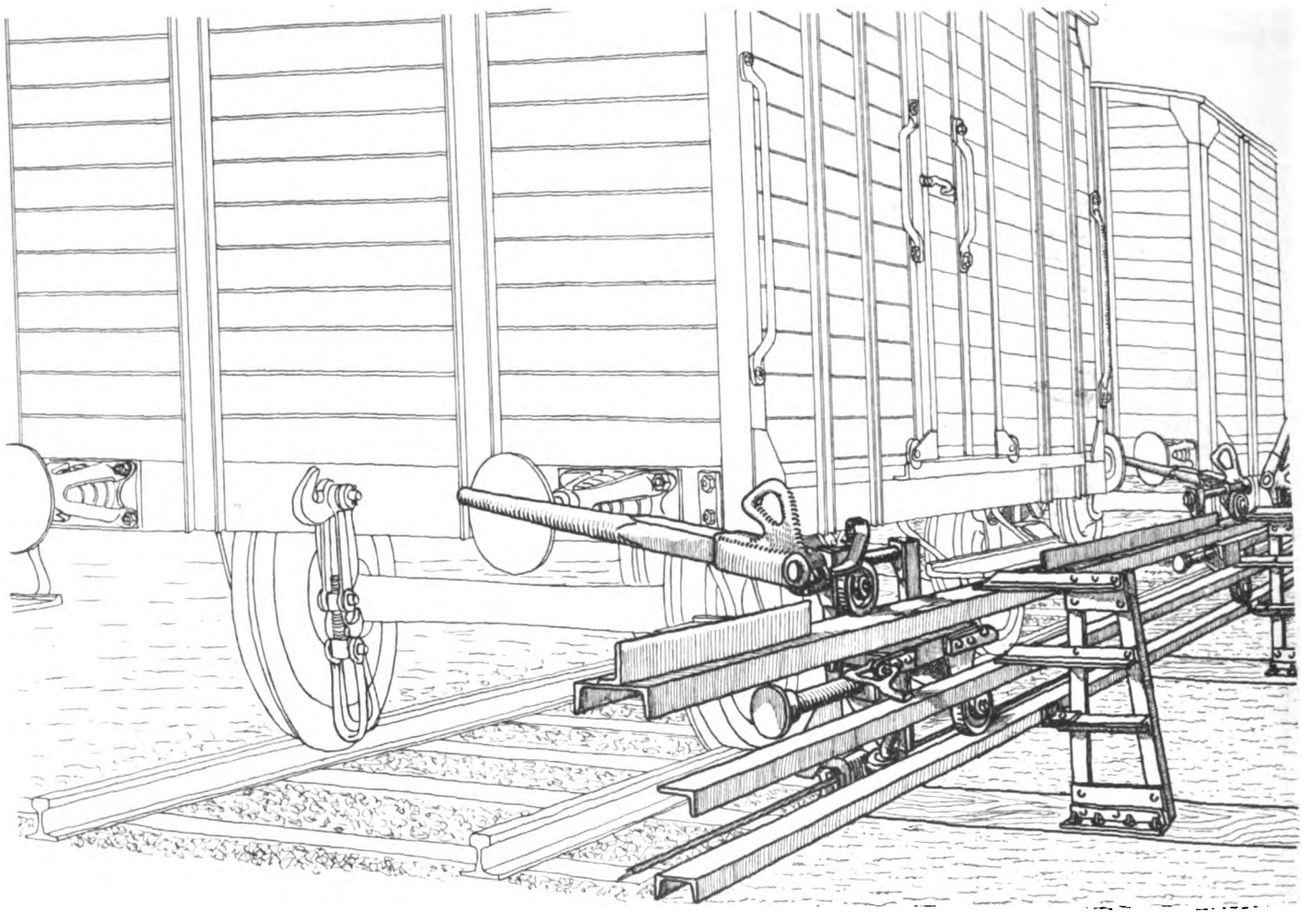


Abb. 12. Zwangläufiger Ablauf nach Bäseler.

Digitized by Google

Die wesentlichen Konstruktionsgedanken des zwangläufigen Ablaufes sind bekannt, so dafs ich sie hier nicht näher zu erläutern brauche. Die Richtungsgruppe ist mit Randweichenstrafsen entwickelt, für die die Weichenreihen erfunden wurden; neben ihnen läuft eine Hilfsbahn, auf der Hilfswagen mit entsprechenden Auslegern laufen. Hingegen möchte ich hier einige nähere Angaben über die konstruktiven Unterlagen der Münchener Ausführung folgen lassen, die zu einem vollen Erfolg geführt haben (Abb. 12).

Auch beim zwangläufigen Ablauf werden die Wagen durch einen kleinen Ablaufberg auseinander gezogen, so dafs sie einen gewissen Abstand erhalten. Der Ablaufberg war in München 20 cm hoch, was einer Wagengeschwindigkeit von etwa 1,8 m/Sek. entspricht. Im Ernstfall wird, wo höchste Leistung verlangt wird, auf etwa 50 cm und eine Wagengeschwindigkeit von 3 m/Sek. gegangen werden. Die Eisenbahnwagen werden in der Rampe oder auch etwas tiefer, jedenfalls an einer Stelle, wo sie schon genügend Abstand haben, durch Hilfswagen eingefangen. Für jeden Eisenbahnwagen sind zwei Hilfswagen da, einer vorne und einer hinten. Sie tragen hölzerne Arme. Ein Mann legt die Arme ein. Der Vorderwagen wird von dem Eisenbahnwagen eingeholt und vor ihm her geschoben; der Hinterwagen, der, solange er noch nicht an das Seil gekuppelt ist, zurückbleiben würde, wurde mit einem Haken an den hinteren Puffer angehängt und dadurch mitgenommen. Doch war diese Lösung nur behelfsmäfsig. Sie wird später durch eine automatische Nachführung ersetzt. Die Hilfswagen machen die Beschleunigung des Eisenbahnwagens mit. Etwa am Fufs der Rampe werden die Hilfswagen mit dem Seil gekuppelt, dessen Geschwindigkeit ebenso grofs ist, wie die der laufenden Eisenbahnwagen, in München 1,8 m/Sek. Kleine Unterschiede werden durch Rutschen der Seilklemmen ohne Schwierigkeit ausgeglichen. Im weiteren Verlauf, also längs der ganzen Verteilungsstrecke ist die Bewegung des Eisenbahnwagens zwangläufig. Man sieht also eine grofse Reihe von Eisenbahnwagen die Verteilungsstrafse hinunterziehen in einem Abstand, der kaum so grofs ist wie die Wagenlänge, mit ganz geringer Geschwindigkeit, sozusagen im Schritt, und ohne dafs sie ihren gegenseitigen Abstand im geringsten erändern. Kommt ein Wagen auf eine auf Abzweigung zeigende Weiche, so schiebter sich aus der Zange, die ihn hält, ohne weiteres und ohne dafs eine Kupplung gelöst zu werden braucht, heraus und läuft in sein Gleis. Die Weiche enthält genügend Gefälle, so dafs er hier nicht stehen bleibt. Die Hilfswagen laufen weiter, kehren am unteren Ende der Hilfsbahn um und laufen wieder auf den Berg.

Die Anlage in München war so getroffen, dafs die Kräfte in den Hilfswagen möglichst gering werden, damit die ganze Konstruktion nicht zu schwer würde. Das Gefäll der Weichenstrafse ist 3 ‰. Um einen Grofsgüterwagen von 80 t bei dem sehr geringen Widerstand von 1 ‰, also den äufsersten Gutläufer, der vorkommen kann, noch zu halten, braucht man eine Kraft von $(3 - 1) \times 80 = 160$ kg. Um zwei extreme Schlechtläufer mit einem Eigenwiderstand von 11 ‰ und einem Eigengewicht von je 10 t noch weiterzudrücken, braucht man $(11 - 3) \times 20 =$ ebenfalls 160 kg. Die Höchstbeanspruchung des Vorder- und Hinterwagens wird dadurch gleich. Ein Druck von 160 kg entspricht etwa dem Gewicht zweier Männer; der meterlange Prügel aus zähem Holz erhält einen Querschnitt von 7 auf 7 cm. Er ist hierbei äufserstenfalls mit etwa 200 kg cm², also ziemlich hoch belastet. Das ist Absicht. Der Holzarm bildet ein wesentliches Sicherheitsmoment in der ganzen Anlage. Bei irgendwelchen Störungen soll und wird er zuerst brechen und dadurch die anderen Teile vor Beschädigung schützen. Er hat diese Tätigkeit in den ersten Betriebswochen häufig genug zur vollen Zufriedenheit ausgeübt. Als zweite Sicherheit gegen Überbeanspruchung dient die Seilklemme; sie ist auch auf 160 kg eingestellt und beginnt bei Überschreitung dieser Belastung zu rutschen.

Die Hilfswagen sind so gebaut, dafs sie die erheblichen seitlichen Kräfte, die durch den exzentrischen Angriff entstehen, ohne Klemmen aufnehmen. Es ist dies ein Punkt, der vorher viel Sorge bereitet hat. Es zeigte sich jedoch, dafs die Konstruktion in dieser Hinsicht als vollständig geglückt angesehen werden darf (Abb. 13).

Öfters waren wir in der Lage, bei Störungen plötzlich abstoppen zu müssen. Es gelang uns immer, die laufenden Wagen durch Bremsen des Antriebes auf wenige Meter zum Stehen zu bringen, eine gegenüber den anderen Verfahren unschätzbare Eigenschaft des zwangläufigen Ablaufes.

Bei der dichten Folge der Wagen beim zwangläufigen Ablauf ist es im allgemeinen nicht mehr möglich, die Weichen von Hand zu stellen. Die selbsttätigen Weichenstelleinrichtungen sind also für den zwangläufigen Ablauf unentbehrlich, erhalten andererseits aber auch durch ihn erst ihre volle Wirksamkeit, da ihre Betätigung bei freiem Ablauf, wenigstens bei dichter Folge, immer mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft und auch nicht ganz sicher ist. Die selbsttätige Weichenstellung in München war nach den Plänen der Siemens & Halske A. G. ausgeführt und hat ihrem Zwecke vollständig entsprochen. Sie gestattete als Regel Wagenfolgen von 7 Sekunden, eine für Ablaufbetrieb bisher nur in besonders günstigen Fällen erreichte Leistung. Der zwangläufige Ablauf hätte hier eine noch schnellere Folge gestattet, doch stellten sich die Weichen, die durch isolierte Schienenstrecken beeinflufst wurden, nicht mehr rechtzeitig um. Man mufs statt der isolierten Schienenstrecken Gleiskontakte nehmen; sollten diese nicht sicher genug arbeiten, so bildet

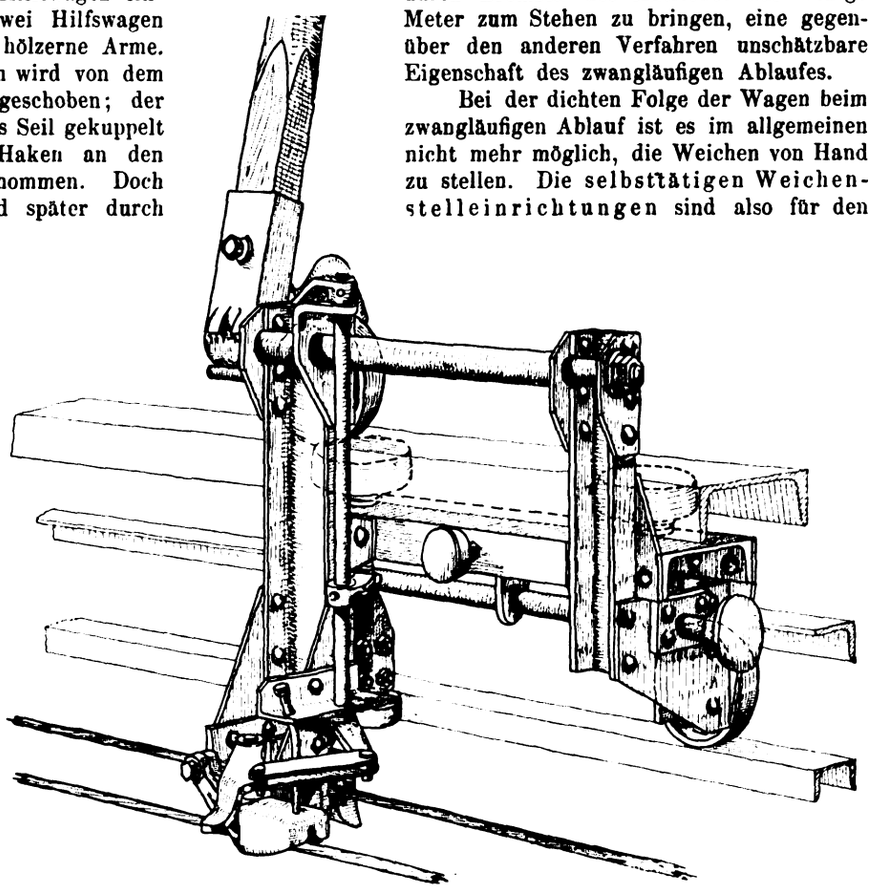


Abb. 13. Hilfswagen zum zwangläufigen Ablauf nach Bäseler.

Digitized by Google

die Hilfsbahn genügende Möglichkeiten, Kontakte anzubringen. Auch steht grundsätzlich gar nichts im Wege, die Hilfswagen selbst zur Steuerung der Weichen heranzuziehen. Es unterliegt nach diesen Versuchen keinem Zweifel, dafs eine Wagenfolge von 5 Sekunden bei Einzelablauf unschwer erreicht werden kann.

Äusserst gering war der Stromverbrauch. Der Kraftbedarf des Antriebes war ungefähr 2 PS im Leerlauf und stieg auch beim Arbeiten nur vorübergehend, da die Wagen im Durchschnitt von selber herunterliefen. Der Strombedarf würde hiernach nur etwa zehn Pfennig in der Stunde betragen.

Der elektrische Antrieb war von den Siemens-Schuckert-Werken geliefert und bestand in einem 40pferdigen nicht regelbaren Gleichstrommotor. Um die Seilgeschwindigkeit genau nach dem Bedürfnis einstellen zu können, war zwischen Motor und Seilantrieb ein Flüssigkeitsgetriebe der Bauart Thoma eingeschaltet. Es gestattete jede Seilgeschwindigkeit von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern in der Sekunde stufenfrei, verlustlos und unabhängig von der Last einzustellen; es hat zur vollen Zufriedenheit gearbeitet.

Es unterliegt nach den Münchener Versuchen keinem Zweifel, dafs der zwangläufige Ablauf auch für erheblich gröfsere Kräfte gebaut werden kann. Wählt man z. B. ein Gefäll von 1:100 in der Verteilungsstrecke, so ergibt sich im äufsersten Fall an der Spitze des Armes bei einem 80 t Wagen eine Kraft von $(10 - 1) \times 80 = 720$ kg, was eine Stärke des Armes von etwa 14 cm verlangt, die noch unschwer ausführbar ist. Der hintere Wagen kann hierbei bedeutend leichter werden oder auch ganz entfallen. Es ist hiernach klar, dafs man auch auf Gefällbahnhöfen die Wagen noch mühelos führen kann.

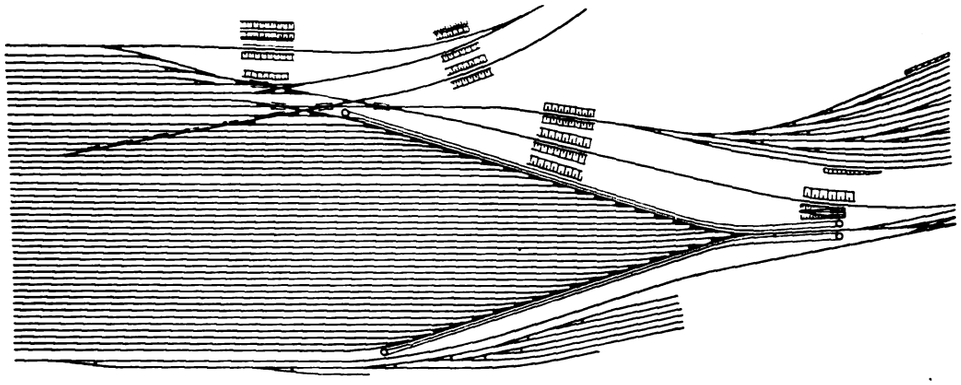


Abb. 14. Ablaufkopf des Verschiebebahnhofs München-Ost (Entwurf).

Dafs der zwangläufige Ablauf die höchstmögliche Leistung ergibt, ist nach den Versuchen erwiesen. Wenn alle 5 Sekunden ein Wagen läuft, so sind das zwölf Wagen in der Minute, oder ein Zug von 60 Wagen in 5 Minuten. Nehmen wir an, dafs der Ablaufberg von allen störenden Fahrten, auch der Zuglokomotiven, entlastet ist, was man durch entsprechende Ausbildung der Weichenanlagen immer erreichen kann, und dafs der nächste Zug schon an den Berg herangedrückt wird, wenn der vorhergehende noch läuft, so dafs das Ablaufgeschäft sofort weitergehen kann, und erfordert es, sagen wir, $2^1/_2$ Minuten Zwischenzeit, bis der erste Wagen des neuen Zuges drankommt, so braucht man $5 + 2^1/_2 = 7^1/_2$ Minuten für einen Zug; oder man leistet 8 Züge $= 8 \times 60 = 480$ Wagen in der Stunde, oder in 20 Betriebsstunden $20 \times 480 = 9600$ Wagen. Da hierbei noch kein Zeitgewinn für Gruppenabläufe gerechnet ist, und auch die vier Überschufsstunden im Notfall noch ausgenutzt werden können, sind Spitzenleistungen von mehr als 10000 Wagen möglich.

Freilich haben wir heute noch keine Verschiebebahnhöfe, von denen das verlangt wird. Aber was nicht ist, kann noch werden. Die Tendenz geht mit vollem Recht dahin, die Verschiebearbeit immer mehr auf bestimmte, besonders geeignete Punkte zu konzentrieren, und dann werden wir vielleicht eher an Bergleistungen von 8000 bis 10000 Wagen kommen, als wir denken. Zudem entscheidet häufig nicht die Tagesleistung, sondern die Stundenleistung. Wenn ich in der Stunde so viel mehr Wagen über den Berg bringe, so kann ich häufig bessere Zugübergänge herstellen, kann leichter Rückstände aufarbeiten, nütze den ganzen Apparat, die Lokomotiven und das Personal besser aus, gewinne Zeit für andere Fahrten. Jetzt werden in unseren guten Entwürfen — mit Recht — dem Berg alle denkbaren Fahrten abgenommen, weil sie die Ablaufleistung drücken. Es gibt aber häufig Fahrten, für die der Weg über den Berg der kürzeste ist, und die nur mit grofsen Kosten umgeführt werden können. Der zwangläufige Ablauf gestattet sie. Es gibt auch Fälle, in denen die Züge aus der Richtungsgruppe zwar nicht über den Berg, aber in der Richtung gegen den Berg ausfahren müssen; der zwangläufige Ablauf schafft die Zeit dafür.

Manche stofsen sich daran, dafs längs der Ablaufzone eine geländerartige Bahn läuft, die den Querverkehr hemmt. Mit demselben Recht dürften wir auch Gleise nicht auf Stützmauern legen; diese kann man auch nicht übersteigen. Zudem: die Wagen folgen beim zwangläufigen Ablauf alle 5 Sekunden mit 6 m Pufferabstand; ich glaube, da geht niemand mehr durch, auch wenn das Geländer nicht da wäre. Man kann es leicht durch einige Stufen übersteigbar machen, wenn man das für Ruhezeiten haben will; doch hat eigentlich niemand etwas in der Spitze der Richtungsgruppe zu suchen; sie ist der gefährlichste Teil des Bahnhofs, und es ist besser, wenn sie nicht unnötig begangen wird. Solche Einwände fufsen auf Anschauungen, die vom jetzigen Betrieb genommen sind.

Man wird vielleicht auch einwenden, dafs man wegen der Hilfsbahn aus den Richtungsgleisen nicht gegen den Berg ausfahren könnte. Die nebenstehende, schon veröffentlichte Abb. 14*) zeigt, dafs und wie es geht. Man nimmt hierfür die äufsersten Gleise und schafft mit Hilfe einer steilen Weichenstrafse eine besondere Ausmündung; es kostet einige Weichen mehr. Bei der büschelförmigen Entwicklung bei freiem Ablauf geht es auch nur für die äufsersten Gleise. Dafür ist dann aber die Gefahrzone meist empfindlich verlängert; die Ausmündung kostet in jedem Fall Länge.

Hingegen mufs man sich sorgfältig auseinandersetzen mit dem Einwand der Betriebssicherheit. Was ist, wenn man einen grofsen Bahnhof auf diese Anlage von hoher und höchster Leistung zuschneidet, und sie versagt? — Die Gefahr wird überschätzt. Wer viel mit Seiltrieben gearbeitet hat, denkt ruhiger. Es gibt Bergseilbahnen, die seit Jahren einen nie unterbrochenen festen Fahrplan einhalten müssen, und nicht einen Zug ausgelassen haben, und das ohne Reserve. Hier liegt der Fall viel günstiger; es gibt im Jahre mehreremale Feiertagsserien, in denen die Anlage vollständig stillgelegt, durchgesehen und erneuert werden kann. Welche Sicherheiten die Wagen bieten, wurde schon erwähnt. Ein gebrochener Holzarm kann so schnell ersetzt werden, dafs der Wagen schon wieder mitarbeitet, wenn die Reihe an ihn kommt. Eine schwere Entgleisung könnte die ganze Bahn zerstören; aber mit einer Streichschiene ist man auch davor sicher. Das Seil kann reifsen,

*) Sonderheft des V. D. I.: Eisenbahnwesen. Die Eisenbahntechnische Tagung und ihre Ausstellungen in Seddin 1924.

Digitized by Google

obwohl es in München nie geschehen ist; ein Reserveseil kann in zwei Stunden eingezogen sein. Für Antriebsmotor und Vorgelege lassen sich volle Reserven aufstellen. Seilwagen hält man im Vorrat.

Immerhin mufs verlangt werden, dafs der Bahnhof auch arbeiten kann, wenn die Einrichtung stunden- oder tageweise versagt. Das ist nicht schwer. Es war oben auseinandergesetzt, dafs gar nichts im Wege steht, dem Bahnhof mehr oder weniger das Profil eines richtigen Gefällbahnhofs zu geben. Man kann ihn wie einen solchen betreiben, nur dafs bei freiem Ablauf die lange Randweichenstrafse stören würde, auf der alle Wagen hintereinander herlaufen, wenn man kein Mittel hätte, um Abstand zu halten. Das hat man aber in der leichten Gleisbremse, von der später ausführlich die Rede sein wird. Mit einigen ferngesteuerten Hemmschuhbremsen läfst sich ein recht leistungsfähiger Ersatzbetrieb schaffen. Bei den schweren Gleisbremsen hat man auch keine volle Reserve. Selbst wenn man die Mittel aufwenden wollte, so hat man nicht den Platz dazu. Man pflegt gewöhnlich einen niedrigen Nebenberg (Sommerrücken) mit Büssingbremse vorzusehen. Der kann bei schlechtem Wetter nur als sehr behelfsmäfsige Reserve gelten, wenn die Anlage auf den hohen Berg gebaut ist.

Die letzten Wirkungen des zwangläufigen Ablaufes liegen in noch anderer Richtung. Die Steilweichen haben dazu geführt, für den Entwurf neuer Gleispläne, soweit möglich, systematische Weichenbilder anzuwenden, in denen die Randweichenstrafse Regel ist. Man kann nun nicht, ohne alle Verhältnisse zu stören, auf dem ganzen Bahnhof Randweichenstrafsen vorsehen, die Ablaufzone hingegen büscheln. Sie mufs auch — aus geometrischen Gründen — mit einer Randweichenstrafse entwickelt sein, und das fordert den zwangläufigen Ablauf*).

Da beim zwangläufigen Ablauf die Länge der Weichenzone unbegrenzt ist, wird man von einer einschneidenden Rücksicht frei, die bei freiem Ablauf auftritt Bei diesem ist man unter allen Umständen darauf angewiesen, die Weichenzone so kurz wie möglich zu halten. Das fordert das enge Zusammenliegen aller Gleise, die von dem Berg abhängen. Da aber die Richtungsgleise zum Teil wieder die Stammgleise für daranhängende Gleisentwicklungen verschiedener Art sind, ist das häufig recht unbequem. Beim zwangläufigen Ablauf kann man ohne Schaden Teilgruppen der Richtungsharfe in gröfserem Abstand voneinander legen und dazwischen andere Anlagen anordnen. Bei dem in dem Sonderheft des V. D. I. über die eisenbahntechnische Tagung 1924 veröffentlichten Entwurf des Bahnhofs Laim ist z. B. eine Lokomotivbahn schienenfrei über die Ablaufstrecke überführt. Der betreffende Bahnhofteil ist in Abb. 15 wiedergegeben. Eine andere Lage der Lokomotivgleise wäre sehr nachteilig; bei freiem Ablauf aber wäre die gewählte Lösung nicht anwendbar. Aufser einer Verlängerung der Gefahrzone um 50 m wären auch die Wagen hinter der Brücke gar nicht mehr zu sehen.

Spinnt man diesen Gedanken weiter, so kann man die Richtungsgruppe in völlig getrennte Teile auflösen. Will und mufs man dabei die Hilfsbahn mit Gleisen durchbrechen, so ist auch das nicht unmöglich; man kann die Hilfsbahn trennen und die Wagen hinter der Unterbrechungsstelle selbsttätig wieder fangen. Dann ergibt sich, dafs man auch weit entfernte Umladeanlagen, Ortsgüterbahnhöfe u. ä. an den Ablaufberg anschliefsen kann, so dafs ihnen die angekommenen Wagen stets ohne Verzug zugeführt werden, ohne dafs man auf eine Maschine zu warten braucht. Der Bahnhof wäre dann ein Förderbetrieb, wie eine Braunkohlengrube. Man wird von diesem Ziel immer sehr weit zurückbleiben, aber sich ihm nähern kann man.

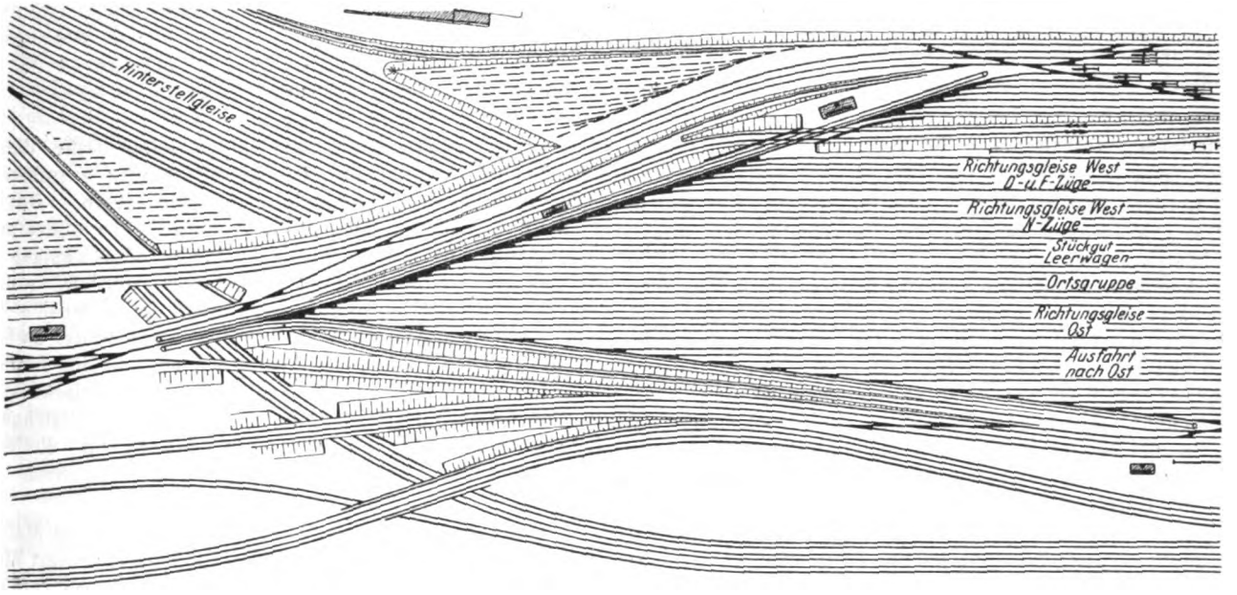


Abb. 15. Entwurf des Verschiebebahnhofes München—Laim mit zwangläufigem Ablauf.

Häufig wird eingewendet, dafs das alles für neue Anlagen zutreffen möge, nicht aber für alte, und zu jenen hätten wir in den nächsten Jahrzehnten kein Geld. Das stimmt nur zum Teil. Wir werden sicher dazu kommen, allmählich Rangieraufgaben zusammenzulegen, und dann brauchen wir dort Anlagen von höchster Leistung. Dann mufs der Berg doch umgebaut werden, und wenn man schon umbaut, so kann in vielen Fällen der zwangläufige Ablauf nicht schwerer und oft mit weniger Kosten und mehr Vorteil eingebaut werden, als Gleisbremsen. Ich habe das bei verschiedenen Vergleichsentwürfen festgestellt. Für Bremsen braucht man eine Erhöhung des Berges und gewisse Strecken zu ihrer Unterbringung, beides kostet Länge, wenn der Berg nicht vorher sehr flach war. Beim zwangläufigen Ablauf gewinnt man Länge, denn der Berg wird sehr klein und kurz, und der zwangläufige Ablauf liegt aufserhalb der Gleise. Man vergleiche die Abb. 14 und Abb. 16; sie stellen Entwürfe für eine Erweiterung der Richtungsgruppe in München-Ost dar, der erste

*) Die Verwendung von Steilweichen in Gleisplänen. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1925, Nr. 38.

Digitized by Google

mit zwangläufigem Ablauf, der zweite mit Gleisbremsen. Kann man zweifeln, welchem der Vorzug zu geben ist? Dabei sind die Weichen im zweiten Entwurf aufs äufserste zusammengedrängt.

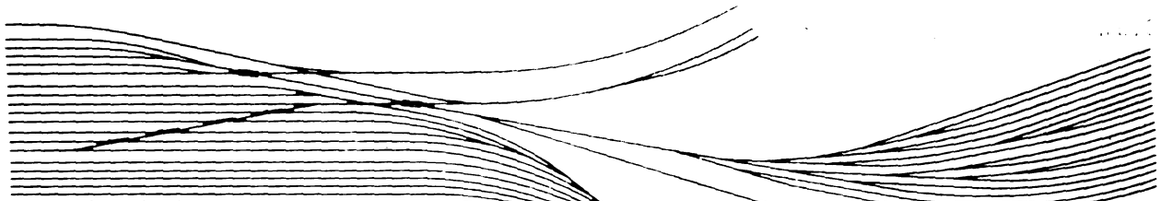


Abb. 16. Verschiebebahnhof München-Ost mit Gleisbremse (Entwurf).

Das Weiterlaufen, Aufhalten und Zusammendrücken der Wagen.

Gegen den zwangläufigen Ablauf ist mir schon oft eingewendet worden: Zugegeben, der Verteilungsvorgang ist damit einwandfrei gelöst; aber was ist damit erreicht? Wo bleibt die Regelung auf Laufweite?

Wir kommen damit auf den dritten Punkt, den Weiterlauf der Wagen in den Richtungsgleisen, und wollen diesen zuerst allgemein betrachten. Dabei wollen wir gleich Punkt vier, das Aufhalten und Punkt fünf, das Schliefsen der Lücken hinzunehmen, da diese drei häufig untrennbar miteinander verbunden sind.

Wie ist der Weiterlauf z. Zt. geregelt? Bei allen bisher ausgeführten oder vorgeschlagenen Ablaufanlagen gilt als selbstverständliche Regel, dafs die im Richtungsgleis schon mehr oder weniger zusammengeschlossenen Wagen nicht mehr bewegt werden. Man mufs deshalb das Gleis vom unteren Ende her vollfüllen, und die ersten Wagen müssen imstande sein, bis an das Ende des Gleises zu laufen. Liegen die Richtungsgleise wie bei Gefällbahnhöfen in starkem Gefäll, so ist das immer zu erreichen, freilich mit der unangenehmen und teueren Notwendigkeit häufiger Zwischenhemmungen der meist zu gut laufenden Wagen von Hand. Auf Flachbahnhöfen verlangt die Theorie, dafs die lebendige Kraft der Wagen beim Eintritt in das Richtungsgleis auch beim schlechtesten Schlechtläufer noch ausreicht, um ihn zusammen mit dem meist vorhandenen leichten Gefäll bis ans Ende zu treiben. Das ist fast nie erreichbar, da man damit zu sehr hohen Bergen käme, und man mufs sich damit begnügen, dafs schlecht laufende Wagen auch einmal stehen bleiben und durch besser laufende weiter gestofsen werden. Jedenfalls aber mufs im allgemeinen ein Auffangen stattfinden, da der Wagen nur selten gerade da zur Ruhe kommt, wo die stehenden Wagen beginnen, vielmehr gewöhnlich einen Überschufs an lebendiger Kraft besitzt. Das Auffangen wird gewöhnlich kurz vor diesem Punkt verlangt; der Hemmschuhleger soll den Wagen so zum Stehen bringen, dafs er an die stehenden sanft anstöfst. Tut er es nicht ganz, so soll der Hemmschuhleger den Wagen, nachdem er zum Stehen gekommen und der durch Zurücklaufen des Wagens freigewordene Hemmschuh hervorgezogen ist, unter Benützung des leichten Gefälles anschieben, bis er aufschliefst.

Dabei ist viel Theorie, die in der Praxis nicht standhält. Die Bremslänge eines Hemmschuhes ist schwer zu bemessen, wenn auch die Leute allmählich eine grofse Geschicklichkeit erlangen. Ein rücksichtsloser Hemmschuhleger legt den Hemmschuh kürzer aus und riskiert schon einmal den Auflauf, ein vorsichtiger bringt die Wagen zu früh zum Stehen, das Anschieben gelingt aber sehr häufig nicht; es bleiben deshalb Lücken. Vor allem hat aber ein Hemmschuhleger zwei oder drei Gleise zu versehen, und da es selten trifft, dafs beide gleich hoch gefüllt sind, müfste er ständig zwischen seinen Arbeitsplätzen im Galopp hin und her laufen. Das tut er nicht und kann er auch nicht; infolgedessen bildet sich der Zustand heraus, dafs die Wagen mehr oder weniger in der Spitze der Richtungsgleise aufgefangen werden, wobei das Problem des Weiterlaufens erst recht akut wird. Ist das Gefäll schwach, so sind Schlechtläufer nicht weiter zu bringen, ist es stärker, so kommen Gutläufer zu sehr ins Laufen und müfsten eigentlich, wie auf Gefällbahnhöfen, zwischengebremst werden. Die Witterungseinflüsse verändern die Gleichgewichtslage stark. Wenn wir jetzt öfter Wagen mit Rollenlagern bekommen, so werden die Schwierigkeiten noch gröfser werden.

Die Theorie der Gleisbremse und in gewissem Mafse auch des Beschleunigungsantriebes setzt sich zwar zum Ziel, die Energie der Wagen auf die Laufweite abzustimmen. Man mufs die Frage stellen, wie weit das Ziel überhaupt erreichbar ist. Scheiden wir selbst die äufsersten Schlechtläufer aus, die, wie oben erwähnt, oft überhaupt nicht genug Energie erhalten können, und rechnen nur mit denen, bei denen man Spielraum in der Bemessung der Energie hat, wählen wir ferner eine Bremse, mit der man das als notwendig erachtete Bremssoll genau herstellen kann, so bleibt doch immer die Unsicherheit der Schätzung. Und könnte man diese durch Feinmefsinstrumente beseitigen, so bleibt zu allerletzt, dafs manchmal die notwendige Bremsleistung im Augenblick der Bremsung gar nicht bestimmbar ist. Es sei böiges Wetter mit Gegenwind; ein leerer Wagen läuft, je nachdem ob ihn hinter der Bremse eine Böe trifft oder nicht, 50 m kürzer oder länger. Wie will man das vorher wissen? Tatsächlich mufs die Laufzielbremsung, wie alle bisherigen Versuche ergaben, mit starker Streuung arbeiten; es ist ein Kunstschiefsen, aber auch dem besten Schützen geht einmal ein Schufs fehl, namentlich, wenn sein Instrument oder das Ziel Fehlerquellen enthalten. Den Auffängern wird die Arbeit sehr erleichtert, erspart werden sie nur zum Teil. Daran ändert nichts, dafs es unter günstigen Verhältnissen gelingt, einen bedeutenden Teil der Wagen an der gewünschten Stelle zum Stehen zu bringen. Im ganzen blieben doch recht zahlreiche Lücken, und es ist wenig erspart, wenn diese Lücken kleiner sind, als beim Betrieb ohne Zielbremsung; eine kleine Lücke ist so gut eine Unterbrechung wie eine grofse; zusammengedrückt mufs doch werden; nur das Gleis ist besser ausgenutzt.

Digitized by Google

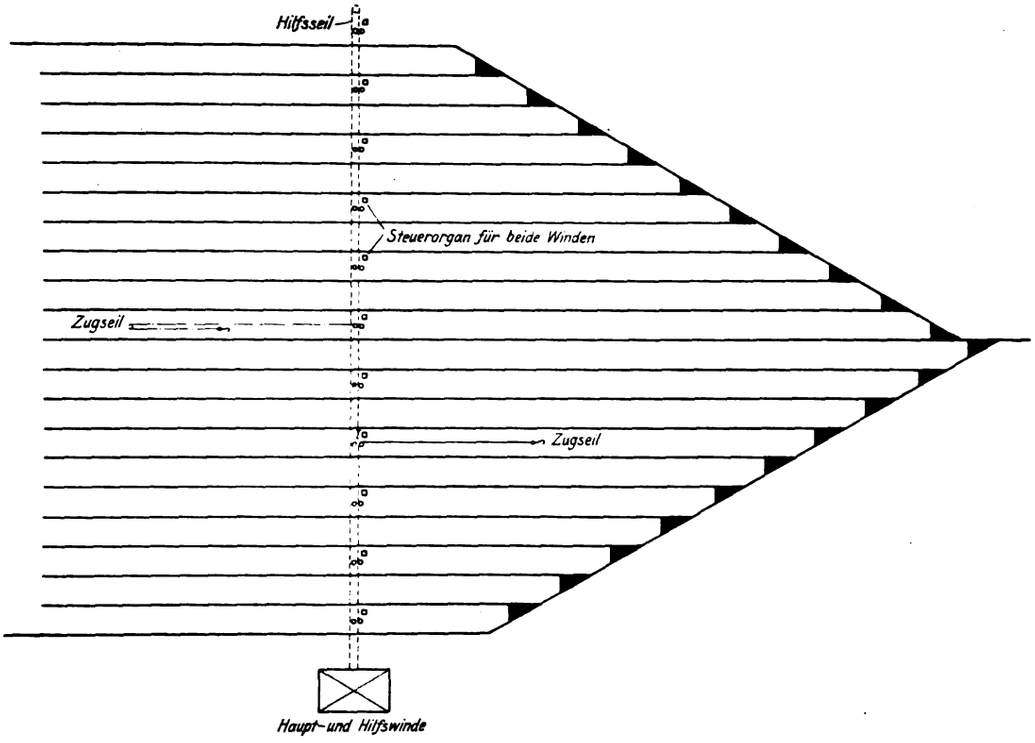
Gleisfreie Rangierwinde.

Die Frage, ob man das Zusammendrücken nicht besser und billiger als mit Lokomotiven mit besonderen Einrichtungen besorgen kann, steht schon länger auf der Tagesordnung. Professor Gaber hat in dem ersten Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche über Verschiebebahnhöfe den Vorschlag gemacht, über die Richtungsgleise hinweg eine Brücke zu bauen, auf der eine fahrbare Winde läuft. Die Einrichtung ist zweifellos gut, aber teuer. Auf der Verkehrsausstellung war die von mir erdachte, von Grüner in dem zweiten Sonderheft beschriebene gleisfreie Rangierwinde zu sehen, welche dem gleichen Zwecke dient und sehr viel billiger ist (Abb. 17). Wegen der Einzelheiten darf ich auf die genannte Veröffentlichung verweisen. Die Winde war von der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H. in Saarbrücken ausgeführt, der elektrische Teil von den Siemens-Schuckert-Werken. Sie hat ihrem Zwecke gut entsprochen und soll nach Vornahme einiger Ergänzungen auf dem Verschiebebahnhof München-Ost eingebaut werden, für den sie angekauft ist. Die Ergänzung besteht vor allem darin, dafs die Winde einen kleinen Hilfsantrieb erhält, der beim Ausziehen des Seiles die Windentrommel bewegt, so dafs dieser Widerstand nicht von dem am Seil ziehenden Mann überwunden zu werden braucht. Wenn der Mann hiernach nur noch die Reibung zwischen Seil und Erde zu überwinden hat, so kann er ohne besondere Mühe das Seil auf 150 m Länge ausziehen. Man kann rechnen, dafs man mit der Winde 150 m nach vorne und mit Hilfe von Umlenkrollen etwa 100 m nach hinten arbeiten, im ganzen also eine Strecke von 250 m bestreichen kann. Will man auch im mittleren und unteren Teil einer Richtungsgruppe Zugkräfte ausüben, so kann man eine zweite Winde einbauen. Im allgemeinen wird es aber ausreichen, die Wagen nur im oberen Drittel der Richtungsgleise zusammenzutreiben und in Bewegung zu setzen; sie werden dann bei einigem Gefälle des Gleises die übrigen vor ihnen stehenden Wagen vor sich her schieben.

Die Anschaffungs- und namentlich die Betriebskosten einer solchen Winde sind gegenüber denen einer Lokomotive gering; die Winde auf dem Ostbahnhof kostet für 20 Gleise etwa 18000 ℳ ohne Einbau und Anschlufsleitungen, jedoch einschliefslich der elektrischen Teile. Eins darf man dabei nicht übersehen. So bequem wie die Lokomotive kann die Winde niemals werden. Wo eine Lokomotive zur Verfügung steht, wird man das Personal nicht hindern können, die Lokomotive zu benutzen. Die Leute werden sich nur dann entschliefsen, die Winde zu gebrauchen, wenn entweder der Ablaufbetrieb so ununterbrochen vor sich geht, dafs zur Benutzung der Lokomotive keine Zeit bleibt, oder wenn die Lokomotive in den etwaigen freien Zeiten einer anderen Tätigkeit zugeführt wird. Geht das nicht und ist sie verfügbar, so kann niemand ihre Benutzung zum Zusammendrücken hindern, aber in diesem Falle schadet es auch nichts.

Manche befürchten gewisse Gefährdungen durch die Zugseile. Ich habe bei der Oberweifsbacher Bergbahn jahrelang mit Rangierwinden gearbeitet und habe niemals bemerkt, dafs das für irgend jemanden gefährlich war.

Ich möchte bei der Winde eine kleine Abschweifung machen. Wir haben eingangs gesehen, dafs die Mechanisierung des Rangiergeschäftes nur auf die sekundäre, leider nicht auf die primäre Zugbildung sich erstrecken kann. In der Winde ist ein Mittel gegeben, auch die primäre Zugbildung etwas zu verbessern. Für sehr viele kleine, vereinzelte Verschubarbeiten in Ladehöfen, Umladeanlagen, Ortsgüterbahnhöfen, Gleisanschlüssen, Zwischenstationen usw. besteht das Bedürfnis nach einer stets bereiten Zugkraft. Sie darf nicht zu klein sein; sie mufs wesentlich gröfser sein als die Kraft mehrerer Männer;



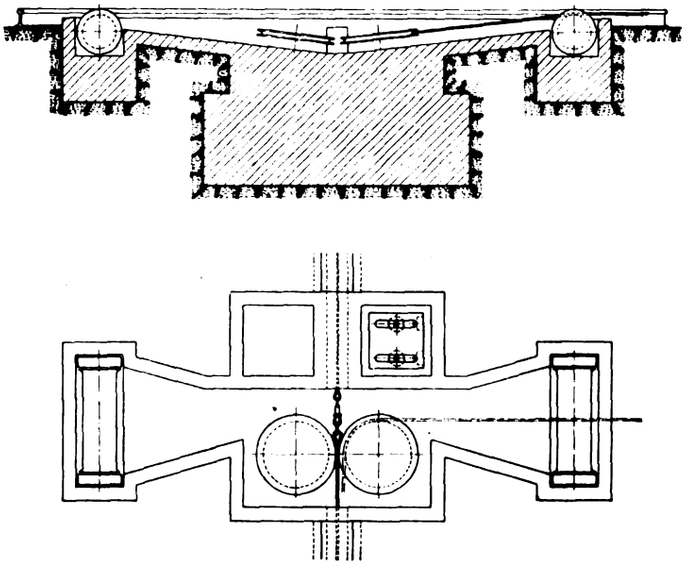


Abb. 17. Gleisfreie Rangierwinde nach Bäseler.

Digitized by Google

hingegen werden keine Geschwindigkeiten verlangt. Wünschenswert ist, dafs das Zugmittel vom Gleis unabhängig ist, damit es an jeden Punkt innerhalb einer langen Wagenreihe hingelangen kann und auch fremde Gleise nicht versperrt. Akkumulatorschleppzeuge, Lokomotoren und ähnliche Fahrzeuge, so geeignet sie für gewisse Zwecke sein mögen, bieten diese Möglichkeiten nicht. Eine ortsfeste Winde mit ihrer grofsen Zugkraft von 2 bis 3000 kg erscheint hierfür besonders geeignet; nur mufs ihre Zugkraft unbeschadet des festen Standortes der Anlage genügend leicht auf einem grofsen Raum wirksam gemacht werden können. Das eben ist es, was der unterirdische Ausziehmechanismus der gleisfreien Rangierwinde leistet. Die Zugkraft ist gewissermafsen ortsbeweglich gemacht. Die Seilspitze ist die Zugkraft; sie kann von jedem Standort aus herangeholt, herausgenommen und in der unmittelbaren Umgebung benutzt werden. Elektrischer Strom, der für die Winde notwendig ist, wird bald auf jedem Bahnhof vorhanden sein.

Ich möchte hier erwähnen, dafs man die vorbehandelte Frage auch noch anders anfassen kann. Energische Konstrukteure haben das Problem des tragbaren Hilfsmotors aufgegriffen, eines Explosionsmotors, der genügend kräftig und doch so leicht ist, dafs er von einem Mann an jeden Eisenbahnwagen hingetragen, an der Achse aufgehängt und zum Verschieben dieses einen Wagens benutzt werden kann. Grofse Zugkräfte werden damit kaum geschaffen werden können; hingegen lassen sich ganz ansehnliche Geschwindigkeiten von 10 bis 12 km/Std. erreichen.

Da wir gerade bei den gleisfreien Fortbewegungsmitteln sind, soll auch des interessanten Vorschlages von Kalthoff*) gedacht werden. Er läfst grofse Verladebrücken ähnliche Portale auf Hilfsgleisen laufen, von denen Druckarme herabgestreckt werden können, die hinter die Wagen fassen und erhält so »gleisfreie Lokomotiven«. Sie werden aber ohne Zweifel sehr teuer und ihre Ausnutzung ist gering, da sie sich doch nur auf beschränkten Räumen bewegen können.

Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten.

Ist die gleisfreie Winde voraussichtlich ein gutes Mittel, die Lücken in den Richtungsgleisen auf vorhandenen Bahnhöfen zu beseitigen, so ist für die Theorie und für Neuanlagen das Problem damit noch nicht erschöpft. Es mufs doch versucht werden, den ganzen Vorgang des Sammelns und Aufschliessens von vornherein restlos zu lösen. Worin liegt denn die Schwierigkeit beim Gleisbremsenbetrieb? Offenbar in dem zu langen Weg der Wagen hinter der Bremse, der bis zu einem Kilometer betragen kann. Soweithin läfst sich schwer regeln. Der freie Lauf, der ja überhaupt das Grundübel beim Rangieren bildet, ist hier immer noch zu grofs. Sehr viel besser wäre es, wenn die Gleisbremsen nicht in der Verteilungsspitze, sondern am Anfang der Richtungsgleise lägen, wobei natürlich jedes Gleis eine eigene Bremse braucht (Abb. 25). Das wäre nicht nur für die Laufzielbremsung, sondern auch für die Verteilung besser, da man die bei starkem Gefäll und schnellem Lauf ja wenig unterschiedlichen Geschwindigkeiten innerhalb der Gefahrzone nicht zu verändern brauchte, was immerhin stört. Nicht technische, sondern wirtschaftliche Gründe hindern diese Lösung. Man kann Gleisbremsen für grofse Geschwindigkeiten, also hohe Bremsleistungen noch nicht so billig bauen, dafs man in jedes Richtungsgleis eine besondere Bremse legen kann und es ist auch wenig Aussicht das Ziel zu erreichen.

Ein sehr kühn anmutendes, sachlich durchaus begründetes Mittel gibt es noch, diese Schwierigkeiten zu umgehen. Professor Findeis hat schon früher den Vorschag gemacht und, wie ich einer mündlichen Mitteilung von ihm entnehme, in Wien auch ausgeführt, am Anfang der Richtungsgleise Gegensteigung anzulegen. Man ist begierig, über den endgültigen Erfolg dieser Mafsnahme etwas zu hören.

Man erkennt, dafs die jetzige Lage der Talbremse ein Kompromifs zwischen technischen und wirtschaftlichen Rücksichten ist. Am billigsten ist eine Bremse vor der ersten Weiche, sie gibt aber die gröfsten Entfernungen hinter der Bremse. Man pflegt heute, um den Gleisen wenigstens etwas näher zu kommen, ein- oder zweimal zu gabeln, wobei man dann zwei oder vier Bremsen braucht.

Man erkennt zugleich, dafs das Problem der Ablauftechnik selbst bei Zugrundelegen der Gleisbremse noch nicht eindeutig bestimmt ist. Denn wenn auch schwere Bremsen zu teuer sind, so ist doch die Frage noch offen, ob es keine Möglichkeit gibt, leichte Bremsen von geringerer Leistung, dafür aber an vielen Stellen verteilt zu verwenden bei gleichzeitiger Geringhaltung der Geschwindigkeit und ob diese nicht dasselbe leisten. Diese Frage ist m. W. noch gar nicht öffentlich gestellt. Die ganze Theorie und die Einstellung der öffentlichen Meinung hat sich nach der einen Bremsform gerichtet, die zufällig als erste fertig wurde. Sie ist aber nur eine Lösung. Das ganze Gebiet ist so umfangreich, so vielfach variabel, dafs es zu früh wäre und die Entwicklung einschnüren mufste, wenn man sich heute schon festlegt. Hier ist noch für Dutzende von Erfindern lohnende Arbeit. Die schwere Zentralbremse und ihre Theorie ist in gewissem Sinne ein Kind der Not, nämlich des Unvermögens, eine billigere zu bauen. Freilich ist dabei herausgekommen, dafs man schon viel damit machen kann. Aber das ist nicht alles und nicht das letzte.

Wagenbremsen.

Wir müssen hier auf eine weittragende Frage eingehen, die mehrfach von bedeutender Seite in die Debatte geworfen wurde, aber noch keine zusammenhängende Behandlung gefunden hat, nämlich der Wagenbremse. Bekanntlich haben ausländische Verwaltungen grundsätzlich an jedem Wagen eine von aufsen bedienbare Verschiebebremse. Es ist klar, dafs sich damit ganz anders rangieren läfst. Dabei braucht man nicht einmal die Bremse selbst zu bedienen. Präsident von Völcker hat in England beobachtet, dafs man nicht den Bremsdruck, sondern den Reibungswert verändert. Die Verschiebebremse ist leicht angezogen. Soll stärker gebremst werden, so streut der Rangierer vor dem Wagen ein paar Körnchen Sand auf die Schiene; sie werden zerfahren und das Mehl gerät zwischen Bremsklotz und Rad. Für Bahnhöfe mit durchgehendem Gefäll, die zuerst in England aufkamen, ist die Wagenbremse Voraussetzung gewesen.

Es ist hier nicht möglich, diese Frage näher zu behandeln. Jedenfalls ist sie durchaus noch nicht erledigt. Ich glaube, man kann einstweilen und vorbehaltlich weiterer Erkenntnisse folgendes sagen.

Auf den grofsen Verschiebebahnhöfen wird eine voll entwickelte Technik das Geschäft so erleichtern, beschleunigen und sichern, dafs man mit Wagenbremsen nichts gewinnt. Da diese aber auch überall sonst von grofsem Nutzen sind, fragt es sich, ob man sie nicht doch einführen sollte. Man hätte dann zwar im ganzen sehr viel mehr aufzuwenden, als wenn man die Verschiebebahnhöfe mechanisiert, aber auch mehr erreicht. Die Frage erfordert ein besonderes Studium und kann nicht von heute auf morgen gelöst werden. Für die Verschiebetechnik kann es einstweilen nur das Ziel geben, ihre Aufgabe ohne Wagenbremsen zu lösen, überhaupt ohne Veränderungen an den Güterwagen.

Leichte Gleisbremsen.

Wir sehen, dafs wir die ganze Gleisbremsenfrage noch einmal aufgreifen, das ganze Problem noch einmal von vorne betrachten müssen. Wir müssen zunächst die Frage beant-

*) Zweites Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche über Verschiebebahnhöfe.

Digitized by Google

worten, ob Aussicht besteht, billige Gleisbremsen für geringe Geschwindigkeit und geringe Leistung zu bauen. Die Antwort lautet: Ja! Das Problem ist so dringlich, dafs verschiedene Erfinder an der Arbeit sind, darunter Pösentrup und Frölich. Auch Feuerleins Vorschlag*) ist hier einzureihen. Im allgemeinen arbeitet man auch hier mit Bremsbacken. Ich hatte für die Münchener Verkehrsausstellung eine derartige Bremse mit Hemmschuhen konstruiert, was meiner Meinung nach in diesem Fall billiger wird. Der Hemmschuh ist etwas in Verruf gekommen, aber zum Teil mit Unrecht. Entbehren können wir ihn doch nicht, an tausenden von Stellen werden jeden Augenblick Wagen damit aufgefangen. Wenn Frölich ihn für grofse Geschwindigkeiten verwarf, weil er harte Stöfse gibt und leicht abspringt, so ist das ganz richtig; es beweist aber nichts gegen seinen Gebrauch bei geringen Geschwindigkeiten.

Regelbare Hemmschuhgleisbremse.

Über den Hemmschuh bestehen merkwürdige Ansichten, vor allem, dafs er einseitig bremse. Er bremst aber ganz symmetrisch. Einseitig ist nur der Stofs beim Auffahren. Der ist aber bei der grofsen Masse des Rades und der kleinen des Hemmschuhes bei geringen Geschwindigkeiten für das Rad nicht allzu stark, hält doch selbst der schwache Hemmschuh ihn im allgemeinen ohne Schaden aus. Auf das Achslager wirkt der Stofs wohl nur bei grofsen Geschwindigkeiten zurück. Es geht mit dem Hemmschuh wie mit vielen im Grunde einfachen Vorgängen bei der Eisenbahn, z. B. der Kurvenbewegung, die sich seit 100 Jahren täglich unzähligemale abspielen, ohne dafs man ernstlich daran gedacht hat, die einfachsten Regeln der Mechanik auf sie anzuwenden. Beim Hemmschuh ist das Kräftespiel so übersichtlich, dafs sich selbst ein Nichttechniker eine Vorstellung davon machen kann.

Nehmen wir (Abb. 18) die Achse eines laufenden Wagens, deren rechtes Rad auf einem Hemmschuh aufsitzt. Bekanntlich pflegt die Achse nach dem Auflaufen meistens noch einige

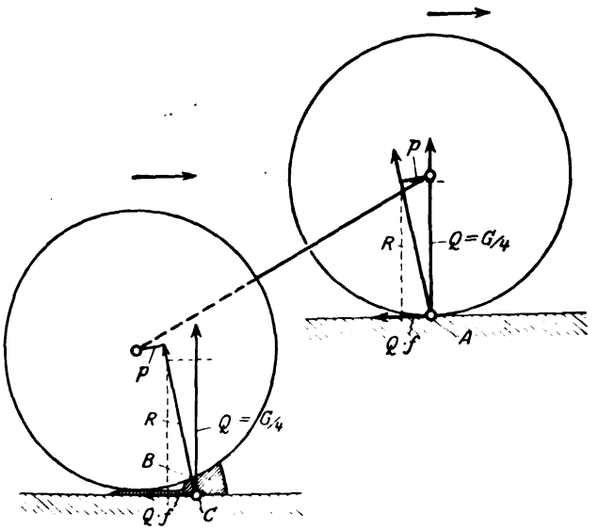


Abb. 18.

Umdrehungen zu machen, um dann still zu stehen, so dafs sie mit dem linken Rade unmittelbar, auf der rechten Seite durch Vermittlung des Hemmschuhes auf der Schiene gleitet. Manchmal bleibt sie auch aus scheinbar unerklärlichen Gründen im Rollen; den Fall wollen wir nachher untersuchen. Wenn die Achse feststeht, wirkt an dem linken gleitenden Rade die volle Reibung, ebenso auf der rechten Seite zwischen Hemmschuh und Schiene. Ist bei beiden der Raddruck Q und die Reibungsziffer f gleich, so ist die Bremsung auf jeder Seite gleich, nämlich $R = Qf$, die Gesamtbremsung ist $2\,Qf = \frac{Gf}{2}$, wenn es sich um einen Wagen handelt und $G = 4\,Q$ das Wagengewicht ist. Darüber sollte eigentlich kein Zweifel sein. Am linken Rade greift die Bremskraft am Unterstützungspunkt des Rades an, weil kein anderer da ist. Auf der rechten Seite ist ihre Lage zunächst unbekannt, da der Hemmschuh eine lange Auflagefläche hat. Da aber der Radsatz im Gleichgewicht ist, läfst sich der Punkt hieraus bestimmen. Eine Momentengleichung fordert, dafs, wenn die Resultierende R am linken Rad im Abstand p links vom Mittelpunkt vorbeigeht, sie am rechten Rad im gleichen Abstand rechts vom Mittelpunkt vorbeigeht (Abb. 19). Da der Hemmschuh selbst kein nennenswertes Gewicht besitzt gegenüber den Kräften, die er überträgt, so kann er die von der Schiene empfangene Kraft nur in gleicher Gröfse, Richtung und Lage an das Rad weitergeben. Er ist in der Lage eines Keiles (Abb. 20), der von

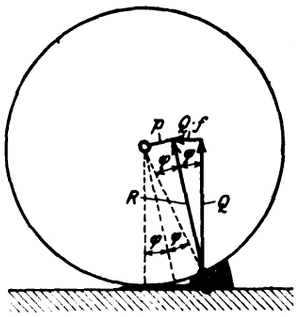


Abb. 19.

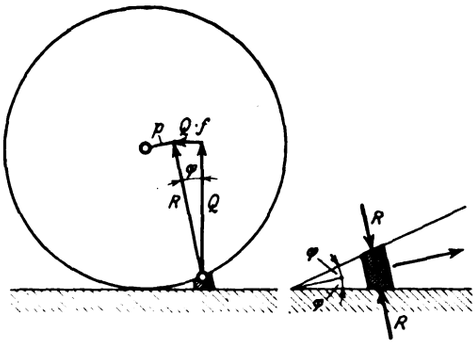


Abb. 20.

beiden Seiten Kräfte erfährt, die gerade unter dem Reibungswinkel angreifen. Man braucht also nur im Abstand p rechts vom Radmittelpunkt eine Gerade unter dem Winkel φ gegen die Horizontale zu ziehen, um die Wirkungslinie zu erhalten.

Man kann sich den Zustand der Achse sehr anschaulich machen, wenn man sie sich so verkürzt denkt, dafs die Räder in eine Ebene fallen. Dann greifen die eben entwickelten Kräfte an einem Rade an und geben folgendes Bild (Abb. 21). An dem Punkt A, der in Wirklichkeit dem linken Rade angehört,

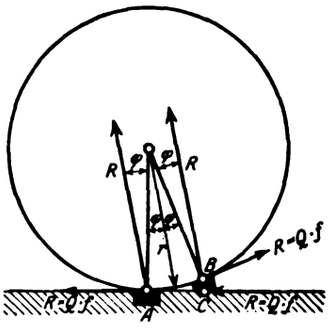


Abb. 21.

zieht die Reibung $R = Qf$ nach hinten, an dem, dem rechten Rade angehörenden Punkte B die gleiche Kraft nach vorne oben. Beide haben den gleichen Hebelarm, nämlich r. Der Radsatz weifs nicht, was er machen soll, er ist in einem labilen Zustand. Er kann bei A gleiten und bei B festsitzen; er kann auch bei A festsitzen und bei B gleiten. Was er tut, hängt augenscheinlich nur davon ab, welche Reibung überwiegt, ganz gleich wird die Reibungsziffer ja nie sein. Das kleinste Übergewicht auf der einen oder anderen Seite genügt, um diese

*) Verkehrstechnische Woche 1925, Nr. 37.

Digitized by Google

Stelle zur bestimmenden, das heifst ruhenden zu machen. In gewissen Übergangszuständen kann der Radsatz auch an beiden Stellen gleiten. Die Bremswirkung ist von all dem vollständig unabhängig; sie ist in jedem Falle 2 Qf. Das geht schon daraus hervor, dafs sich die gezeichneten Kräftebilder nicht im mindesten ändern, wenn der Radsatz aus dem Rollen zum Festsitzen übergeht oder umgekehrt. Insbesondere greift an Punkt A immer die Reibung R an, auch wenn der Radsatz rollt, was oft übersehen wird. Die Änderung der Bewegung bedeutet nur einen Wechsel der Gleitflächen zwischen A und B; der festsitzende Radsatz gleitet bei A und C, der rollende bei B und C. Alle Gleitungen erfolgen genau unter dem Normaldruck Q, auch am Punkt B.

Praktisch wird die Bewegung des Radsatzes durch einige Nebenumstände bedingt, die bei dem labilen Zustand nur sehr klein zu sein brauchen, um eine Entscheidung herbeizuführen. Kurz nach dem Auflauf entscheidet die Rotationsenergie des Rades, der Radsatz bleibt zunächst im Rollen. Später gewinnt die Lagerreibung die Oberhand und bringt den Radsatz zum Stehen. Wenn sie sehr klein ist, wie bei Rollenlagern, wird der Radsatz häufiger als sonst im Rollen bleiben. Daraus ist die Anschauung entstanden, als ob solche Achsen schlechter bremsten. Das ist eine Verkennung des Kräfteverlaufs. Eine kleine Abminderung kann eintreten, weil die Reibungsziffern beim Wechsel der Bewegung nicht ganz konstant bleiben, aber das ist sekundärer Art.

Für gewisse Anwendungen kann es nützlich sein, wie wir gleich sehen werden, die eine oder andere Bewegungsform zu erzwingen. Wenn man z. B. der Reibung bei A das Übergewicht gibt, indem man die linke Schiene sandet, so wird der Radsatz im Rollen bleiben. Ebenso, wenn man bei B, also auf der Oberfläche des Hemmschuhs, etwas Öl gibt. Gehen wir nun zu der Hemmschuhbremse zurück, so ist vorweg zu bemerken, dafs die viel verbreitete Büssingsche Hemmschuhgleisbremse an sich ja ganz gut wirkt. Was sie unpraktisch macht, ist ihre geringe Manöverierfähigkeit. Der Hemmschuh mufs von Hand aufgelegt, und nachdem er abgeworfen ist, aufgenommen und zurückgetragen werden. Schlimm ist, dafs man nicht nachträglich regeln kann. Man kann den Hemmschuh kurz oder weit von der Abwurfstelle auflegen, aber wenn diese Entfernung falsch geschätzt ist, ist nichts mehr zu machen. Der Hemmschuhleger pflegt, um sich die Entscheidung möglichst lange vorzubehalten, den Hemmschuh erst unmittelbar vor dem Wagen niederzulegen, das ist aber sehr gefährlich.

Man mufs also anstreben, erstens, die Bewegung des Hemmschuhes zu mechanisieren, um die Handarbeit zu ersparen, und zweitens, die Bremse nachträglich und womöglich von fern regelbar zu machen, damit ein Mann mehrere Bremsen bedienen kann. Es würde sich also darum handeln, den Hemmschuh maschinell aufzulegen, maschinell abzuziehen und maschinell zurückzuführen.

Die Aufgabe ist nicht ohne Vorbild. Mechanische Hemmschuhaufleger sind in Benutzung als Schutzvorrichtung gegen unbeabsichtigten Weiterlauf von Wagen. Auch für die anderen Vorgänge sollen im Auslande teilweise Vorbilder vorhanden sein, doch konnte ich darüber nichts Näheres erfahren.

Die erste Frage, die man wahrscheinlich stellen wird, ist die: Ist es denn überhaupt mit erträglichen Kräften möglich, einen Hemmschuh unter einem schwer belasteten Rade hervorzuziehen? Es ist unter gewissen Umständen sehr leicht.

Wenn der Wagen zum Halten gekommen ist, und man versucht, den Hemmschuh seitlich herauszuziehen, so ist es allerdings sehr schwer. Man hat an der Unterfläche und an der Oberfläche (Abb. 22) des Hemmschuhes die volle Reibung zu überwinden; die nötige Zugkraft Z ist also 2 Qf. Ist z. B. der Raddruck $= 10$ t und $f = {}^1/_5$, so ist $Z = 2 . 10 . {}^1/_5 = 4$ t. Wenn der Hemmschuh aber im Gleiten ist, so ist die Kraft viel geringer. Er ist an der Unterfläche und manchmal auch an der Oberfläche in einer Längsgleitung begriffen, zu der sich die Quergleitung hinzugesellt. Bei zusammengesetzten Gleitungen treten aber viel geringere Kräfte auf. Es ist das ein einfaches Gesetz der Mechanik, auf dem sehr viele Erscheinungen bei Fahrzeugen beruhen, das aber fast unbekannt ist.

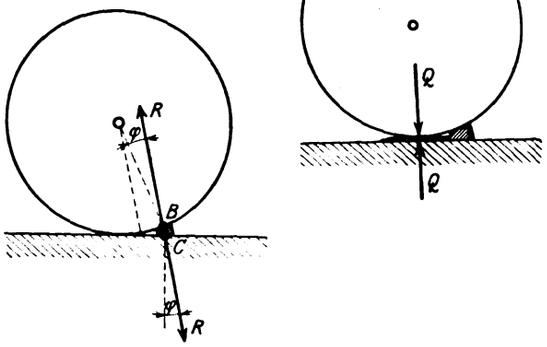


Abb. 22.

Wenn ein Körper in einer Richtung U W (Abb. 23) mit einer gewissen Geschwindigkeit gleitet, und es wird eine zweite Bewegung U V zugefügt, so entsteht als resultierende Gleitung die Strecke U X. Die Reibung hat die Gröfse Qf und wirkt in der Richtung X U. In den Komponentenrichtungen kann sie dann natürlich nicht mehr die volle Gröfse haben, sondern in der Richtung V U nur Qf sin α, in der Richtung W U Qf cos α. Je nach dem Verhältnis der Geschwindigkeiten

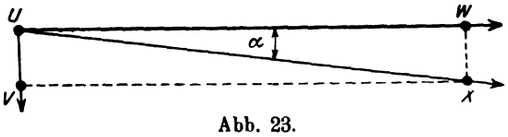


Abb. 23.

wird die Querkraft sehr klein. Gleitet der Hemmschuh z. B. in der Längsrichtung 50 cm, und wird er auf diesem Wege 5 cm seitwärts gezogen, was genügt, um ihn unter dem Rade herauszubringen, so ist an der Unterfläche nur eine Kraft von rund ${}^5/_{50} . Qf = {}^1/_{10}$ Qf $= 200$ kg erforderlich. Ebenso ist es an der Oberseite, wenn das Rad auf dem Hemmschuh gleitet; im anderen Falle tritt hier die volle Reibung auf. Man hätte also, je nachdem, als Gesamtquerkraft entweder $2 \times 200 = 400$ kg, oder $200 + 2000 = 2200$ kg.

Wenn man die Querkraft klein halten will, hat man also ein aufserordentliches Interesse, dafür zu sorgen, dafs das Rad auch auf der Oberfläche des Hemmschuhes gleitet. Das kann man durch besondere Mafsnahmen bewirken, wie es bei der Münchener Bremse gezeigt wurde. Wir müssen jetzt ihre Konstruktion näher betrachten (Abb. 24). Auf der rechten Schiene läuft ein Hemmschuh. Er besitzt an der Innenseite der Schiene keinen Flansch, damit er jederzeit nach aufsen herausgezogen werden kann. Die Schiene ist etwas verbreitert, um den Hemmschuh auch nach dem Herausziehen noch genügend Auflager zu bieten. Seitlich der Schiene führt sich der Hemmschuh mit zwei hakenförmigen Lappen an einer beweglichen Führungsschiene. Diese ruht mit kleinen Rollen auf den Schwellendecken und kann mit Hilfe eines Gestänges leicht zur Schiene hin- und von ihr abbewegt werden. Dabei nimmt sie den Hemmschuh mit. An dem Hemmschuh ist ein Seil befestigt, das aus einer Federtrommel ausläuft, die den Hemmschuh, wenn er herausgezogen ist, wieder in die Anfangsstellung zurückführt.

Digitized by Google

Um nun das Gleiten des Rades auf der Oberfläche des Hemmschuhes sicher zu erzielen, ist an der linken Seite des Gleises ein Spurkranzauflauf angeordnet, der mit besonderen Mitteln rauh gemacht werden kann, z. B. durch feilenartige Bearbeitung oder Aufstreuen von einigen Körnchen scharfem Sand. Da auch der Spurkranz an seinem Umfang rauher ist als die Radfläche, wird hier die Reibung im allgemeinen gröfser sein als auf der Hemmschuhoberfläche. Es kommt noch hinzu, dafs die Reibung an der linken Seite an einem etwas gröfseren Hebelarm angreift, weil die Höhe des Spurkranzes hinzukommt und dadurch die Achse leichter zum Drehen zwingt. Wenn das alles nicht ausreicht, so kann der Hemmschuh an der Oberfläche einige Tropfen Öl erhalten. Mit diesen Mitteln konnte bei den Münchener Versuchen das Rollen des Radsatzes immer erreicht werden, und es zeigte sich, dafs der Hemmschuh mit Leichtigkeit herauszuziehen war. Augenscheinlich wurde er sogar vom Rad nach aufsen gedrückt, was bei konischen Radreifen der Theorie vollständig entspricht. Die schwache Neigung der Radlauffläche von 1 : 20 genügt bei erzwungener Längsgleitung schon, um den Hemmschuh merklich seitlich zu drücken. In der Tat mufste man das Gestänge während der Bremsung festhalten, damit der Hemmschuh nicht frühzeitig herausging; das Herausziehen selbst geschah sozusagen ohne Widerstand und in der Tat läfst sich ja für die Querkraft jeder beliebig kleine Wert herstellen, wenn man den Entbremsungsweg lang genug macht, z. B. 1 oder 2 Meter. Ich darf hier übrigens bemerken, dafs die ersten Versuche über das Herausziehen von Hemmschuhen durch Reichsbahnrat Scholl in Köln gemacht worden sind, soviel mir bekannt ist. Er hat an den Hemmschuh seitlich einen Draht angebunden und versucht, ob man ihn unter dem laufenden Rade herausziehen kann.

Es ist nun die Frage, ob man das Rollen des Radsatzes immer mit Sicherheit erzwingen kann. Es ist natürlich möglich, dafs z. B. das Hemmschuhrad kurz vorher gesandet und deshalb rauh ist, während das andere glatt ist oder im Winter z. B. auf Eis gerät. Da mufs der Radsatz zum Stehen kommen und der Hemmschuh ist nicht mehr mit geringen Kräften herauszuziehen. Es sind nun zwei Wege möglich. Entweder macht man die Führungsschiene und den Mechanismus so kräftig, dafs er den Hemmschuh auch noch unter dem stehenden Rade hervorziehen kann. Das ist auch nicht besonders schwer und es ist nichts destoweniger noch viel gewonnen, wenn man durch den Auflauf an der gegenüberliegenden Seite dafür sorgt, dafs diese grofse Kraft nicht regelmäfsig gebraucht wird. Die andere Möglichkeit ist die, dafs man in solchen Fällen darauf verzichtet, den Hemmschuh herauszuziehen. Der Hemmschuh wird dann so lange unter dem Rade bleiben bis das Ende der Bremse erreicht ist, wo sich ein gewöhnlicher Abziehkeil befindet oder bis der Wagen zum Stehen gekommen ist. Im letzteren Falle wird der Wagen von einem richtig gebauten Hemmschuh wieder rückwärts ablaufen und der Hemmschuh kann leicht herausgezogen werden.

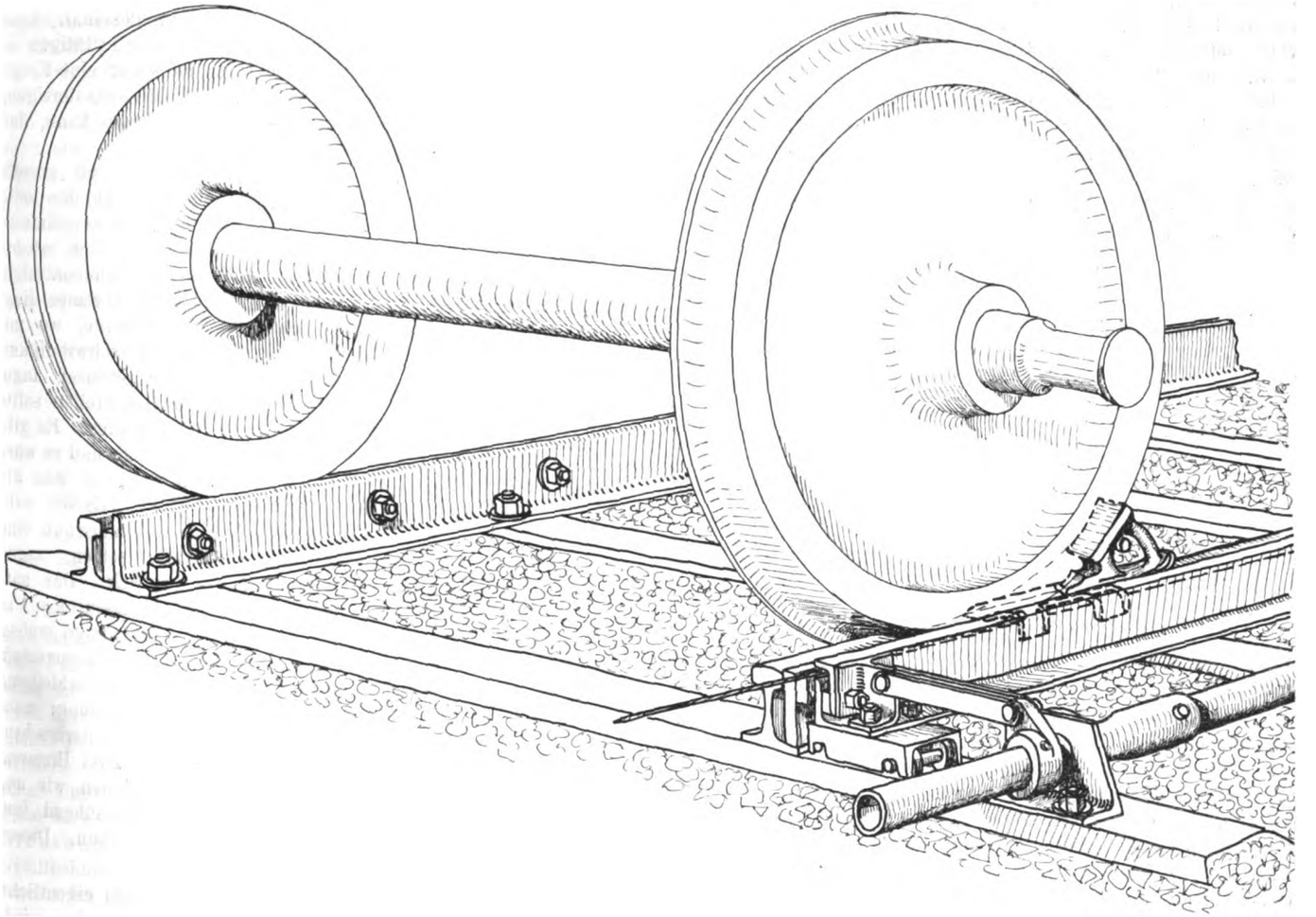


Abb. 24. Hemmschuhgleisbremse nach Bäseler.

Die Bremse kann mit Hilfe einer Gestängeleitung oder eines Drahtzuges aus der Ferne bedient werden. Der Bremswärter mufs dabei so stehen, dafs er die Bremse noch gut übersehen kann. Mehrere nicht zu weit voneinander liegende Bremsen können sehr gut von einem Punkte bedient werden.

Digitized by Google

Bei gröfseren Entfernungen und zahlreicheren Bremsen wird es sich empfehlen, die Auslösung elektrisch zu bewirken.

Es ist meine Absicht, die Bremse auch selbsttätig auszubilden. Sie soll in diesem Falle bewirken, dafs sie ankommende Wagen bis auf eine gewisse Auslaufgeschwindigkeit abbremst und dann von selbst abschaltet. Dabei soll diese Geschwindigkeit aus der Ferne verstellt werden können, damit man, wenn die Bremse z. B. an der Spitze eines Richtungsgleises liegt, die Auslaufgeschwindigkeit allmählich nach dem Füllungsgrade des Gleises verändern kann. Die Bremse bietet hierfür eine gute Vorbedingung. Das mitlaufende Seil hat nämlich genau die Geschwindigkeit des laufenden Wagens und damit auch die Federtrommel. Dadurch ist die Laufgeschwindigkeit des Wagens ohne besondere Hilfsmittel auf den festen Boden übertragen und kann hier leicht gemessen werden. Wenn man nun z. B. in die Federtrommel einen einfachen verstellbaren Fliehkraftregler einlegt, so kann mit dessen Hilfe die Bremse bei einer gewünschten Geschwindigkeit ausgelöst werden. Die Bremse arbeitet dann ganz ohne Bedienung. Wenn man auf die Berücksichtigung von Feinheiten verzichtet, kann man sogar erreichen, dafs Gutläufer, also namentlich schwere Wagen und Wagengruppen, die eine wesentlich geringere Verzögerung aufweisen als schlecht laufende Einzelwagen, selbsttätig stärker abgebremst werden als die anderen; denn auch das Mafs der Verzögerung kann von der Federtrommel empfunden und zur Auslösung der Bremse benutzt werden.

Greifen wir jetzt wieder die Oberfrage an: Was können wir mit leichten billigen Bremsen, insbesondere der vollständig selbsttätigen Hemmschuhbremse machen? Wir können mit einem Wort die Bremswirkung dezentralisieren, d. h. die Punkte, wo gebremst werden soll, beliebig über den Bahnhof verstreuen. Dabei ist besonders hervorzuheben, dafs die Hemmschuhbremse auch in Weichen und Krümmungen verwendet werden kann. Dabei bleibt aber die Bremsbedienung, soweit sie nicht überhaupt durch Selbstbetätigung ausgeschaltet ist, durchaus zentralisiert; mehr Personal wird nicht gebraucht. Gehen wir noch einmal auf den Konstruktionsgedanken der schweren Zentralbremsen zurück, so wissen wir, dafs dieser sich so ausdrücken läfst: Grofse Geschwindigkeiten, weil nur bei grofsen Geschwindigkeiten die Wagen genügend Abstand halten; Bremsen, die diese Geschwindigkeiten aushalten, aber nur zur Regelung auf Laufweite dienen, mit der einen Ausnahme der Gipfelbremse. Daraus folgt sofort durch Umkehrung, dafs, wenn wir keine grofsen Geschwindigkeiten anwenden, wir mit genügend vielen, auf den Laufwegen verteilten Bremspunkten auch auf den Abstand noch nennenswerte Wirkungen ausüben können. Zum Beispiel: Läuft ein Wagen von der Gleisbremse bis in die Spitze des Richtungsgleises nur 20 Sekunden, also schnell, so müfste ich ihn sehr scharf bremsen, wenn ich seine Ankunftszeit um 5 Sekunden hinausschieben will; läuft er 40 Sekunden, also langsam, so ist das mit wenigem Bremsen zu erreichen. Auf den Gesamthöhenunterschied zwischen dem Berg und dem Ende der Richtungsgleise hat das keinen Einflufs; die Gesamthöhe ist immer gleich. Aber das Profil wird anders. Während bei der schweren Zentralbremse ein ausgesprochenes Steilprofil mit hohen Geschwindigkeiten angestrebt werden mufs, ist hier umgekehrt ein möglichst gleichmäfsiges Gefälle mit nicht so grofsen Geschwindigkeiten wünschenswert. Die geringen Geschwindigkeiten erlauben die Unterwegsregelung auf Abstand und erlauben auch zugleich die Verwendung des Hemmschuhes.

Soweit die Theorie. Wieweit das im einzelnen praktisch ist, ist noch eine andere Frage. Man sieht aber schon, dafs man sich mit diesem System den vorhandenen älteren Anlagen viel mehr nähert, als mit den schweren Zentralbremsen.

Insbesondere scheinen Gefällbahnhöfe für seine Anwendung sehr geeignet; denn man bremst auf ihnen ja schon so, wie eben beschrieben, nur mit hohem Aufwand an Personal. Letzteres könnte gespart, dabei die Zahl der — selbsttätigen — Bremspunkte sehr gesteigert werden. Es ist sogar eine Frage, ob man die Hemmschuhbremsen nicht bei Massenanfertigung so billig herstellen, infolgedessen sie so dicht legen kann, dafs man auch die Auffänger zum gröfsten Teil spart.

Sehr nahe liegt die Frage, die mir schon oft gestellt worden ist, ob man nicht die Hemmschuhbremse an den zahlreichen Stellen verwenden kann, an denen jetzt die gewöhnliche Büssing-Gleisbremse liegt. Ich möchte einstweilen und im allgemeinen nicht dazu raten. Die Büssingbremse liegt häufig am Fufs hoher Berge, wo mit Rücksicht auf die Geschwindigkeit schwere und stofsfreie Bremsen angezeigter sind. An solchen Stellen sollte der Hemmschuh verschwinden. Es gibt aber auch niedrigere Berge und es wäre die Frage zu beantworten, ob man die Hemmschuhbremse hier zulassen will. Man müfste für den Hemmschuh eine Geschwindigkeitsgrenze setzen, sagen wir einmal 3 bis 4 m/Sek. Das entspricht einem Berg von höchstens 1 m Höhe. Eine dichte Wagenfolge müfste die Bremse natürlich aushalten. Dafs hierbei der Hemmschuh und zum Teil auch die Führungsschiene schnell verschleifsen, beweist nichts; wo gebremst wird gibt es Abnutzung; man kann die Teile im Handumdrehen ersetzen. Der ununterbrochen gebrauchte Hemmschuh wird, auch wenn man zwei Bremsen hintereinander legt, schnell heifs werden. Nehmen wir an, dafs dieser Gefahr durch Edelstahl, der auch rotglühend fest bleibt, oder künstliche Kühlung begegnet werden kann. Dieses Ziel will ich zu erreichen versuchen.

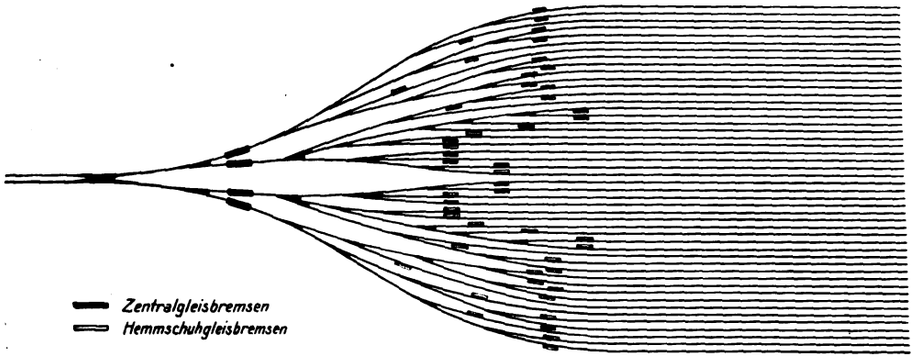


Abb. 25. Verbindung von Zentral- mit Hemmschuhgleisbremsen.

Hält man daran fest, dafs im allgemeinen als eigentliche Hauptbremse die schwere Bremse herrschend bleiben wird, so entsteht die weitere Frage, ob und wie man die leichte mit ihr kombinieren kann. Da erscheint als Hauptziel, die weiten freien Laufwege, die die Zentralbremse jetzt noch beherrschen und regeln soll, aufzugeben. Man wird also in der Spitze jedes Richtungsgleises eine Hemmschuhbremse vorsehen, und könnte hiermit folgendes Schema aufstellen (Abb. 25). Die Talbremse bremst nicht mehr auf Laufweite, auch natürlich nicht auf Abstand, sondern sie bremst nur vor, oder wenn man so will, sie bremst auf eine verkürzte Laufweite, nämlich bis zum Anfang der Richtungsgleise. Dann erstreckt sich die Regelung statt auf die unbeherrschbare Länge von 1000 m nur auf 200 bis 300 m und braucht auch nicht sehr genau zu sein; es wird so vorgebremst, dafs die Wagen die Hemmschuhbremse mit 3 bis 4 m/Sek. erreichen. Hier erst werden sie auf Laufweite abgebremst.

Man könnte einwenden, dafs hierbei die Geschwindigkeiten hinter der Hauptbremse stets gering, die Gefahr des Einholens

Digitized by Google

also grofs sei. Dem steht aber gegenüber, dafs beim jetzigen Zentralbremsenbetrieb häufig auf noch geringere Geschwindigkeiten abgebremst werden mufs, nämlich wenn ein Wagen in der Spitze des Richtungsgleises zum Halten kommen soll; und diese extremen Fälle setzen den Erfolg noch mehr herunter.

Mit Hilfe der Hemmschuhbremse können wir jetzt auch die am Eingang dieses Abschnittes gestellte Frage erschöpfend beantworten: Was geschieht beim zwangläufigen Ablauf mit den Wagen nach Verlassen des Seiles? Vorweg möchte ich bemerken — und mancher Praktiker hat mir das bestätigt —, dafs die Sache gar nicht so kritisch liegt, wie es nach dieser Frage scheint. Die Regelung auf Laufweite ist eine ziemlich theoretische Forderung; sie ist nachträglich entstanden, als man sah, dafs das die einzig mögliche Wirkungsweise der schweren Talbremse sei, und ist auch bei den besten Bremsen nur angenähert erfüllbar. Die primäre und wirklich kritische Frage ist die der Verteilung; ist sie gelöst, so braucht man sich bei geringen Geschwindigkeiten nicht zu viel Sorge mehr zu machen. Bei geringen Geschwindigkeiten! Darin liegt das Entscheidende. Beim zwangläufigen Ablauf kann man, wenn man nicht mehr als die üblichen 4000 bis 6000 Wagen täglich auf einem Berg verlangt, bequem mit einer Laufgeschwindigkeit von 1,0 bis 1,5 m/Sek. auskommen. Da die lebendige Kraft mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, liegen so geringe Geschwindigkeiten unter der Gefahrgrenze, die Wagen können sich im Richtungsgleis ruhig einholen und stofsen; die Pufferelastizität wird nicht überschritten, und diese Geschwindigkeit; nichtsdestoweniger dichteste Folge und hohe Leistung.

Aber selbst hiermit sind wir noch durchaus nicht am Ende der Möglichkeiten. Das letzte und höchste ist noch nicht erreicht. Es liegt auf der Hand, dafs die freien zurückgelegten Wege in den Richtungsgleisen immer noch sehr lang, die Regelung der Bewegung, wenn man den ganzen Verschiebebahnhof als eine Maschine betrachtet, immer noch ziemlich behelfsmäfsig ist. Die freien Wege sind, wie immer, das Störende. Schon Frölich hat in einer seiner letzten Arbeiten den Gedanken ausgesprochen, ob es nicht richtiger wäre, die Wagen in der Spitze der Richtungsgleise aufzufangen, zu Gruppen zu sammeln und ab und zu geschlossen mit Hilfe der Wagenbremsen an das Ende der Gleise abzulassen. Er scheut aber vor dem Personalaufwand zurück. Die Frage wäre: Geht es nicht auch ohne besonderes Personal?

Meines Erachtens kommen wir hier an den Punkt, der, wenn wir die Verteilungsfrage durch die drei Mittel: zwangläufige Führung, starkes Gefälle oder häufiges Zwischenregeln bei geringer Geschwindigkeit als mehr oder weniger vollkommen gelöst betrachten, der entscheidende ist. Es ist der wichtige Gedanke, der auch in Feuerleins Gelenkbrücke eine Rolle spielt. Ist es überhaupt richtig und notwendig, die Wagen im Richtungsgleis von unten her zu sammeln? Läfst es sich nicht umkehren? Das Richtungsgleis ist ein Magazin. In allen besseren maschinellen Magazinen stopft man von oben nach; das rohe Gleiten oder den direkten Fall erlaubt man sich nur bei minder-

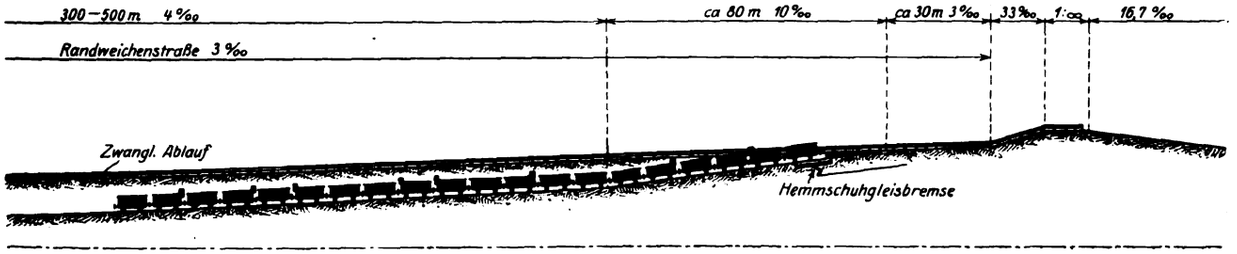


Abb. 26. Gefällverhältnisse bei zwangläufigem Ablauf.

mufs natürlich jeder Wagen und jede Ladung stets aushalten. Man frage einmal die Praktiker, ob sie nicht glücklich wären, wenn ihnen jeder Wagen absolut sicher, regelmäfsig und mit ganz geringer Geschwindigkeit in die Spitze des Richtungsgleises gesetzt würde, ohne jeden Fehlläufer, ohne Einflufs des Wetters. Gewifs, die Wagen sollen dann noch weiter laufen, unter Umständen bis an das Ende der Richtungsgleise. Sind diese flach, so geht das natürlich nicht. Man braucht in den Richtungsgleisen Gefälle, und kommt somit zu einer Art Gefällbahnhof. Dabei wird die Notwendigkeit des Zwischenregelns bei den geringen Geschwindigkeiten sehr viel geringer sein, als auf diesen.

Aber man kann auch noch weiter gehen. Man kann in der Spitze jedes Richtungsgleises eine kurze Rampe anlegen, hoch genug, um auch einen schlechteren Läufer bis ans Ende zu treiben, und an deren Fufs eine Hemmschuhbremse legen, entweder handbedient oder auch selbsttätig. Schon in dem ersten Aufsatz über den zwangläufigen Ablauf*) war der Einbau solcher Bremsen vorgesehen. Dann kann man auf Laufweite regeln, genauer als mit der Zentralbremse, wegen der kürzeren Zielstrecke, und weil man keine Kompromisse zwischen Laufweite und Abstand mehr zu schliefsen braucht. Dann sind die beiden Aufgaben der Verschiebetechnik klar geschieden: unbedingt gleiche Geschwindigkeit und gleicher Abstand in der Verteilungszone, Regelung auf Laufweite erst innerhalb des Richtungsgleises und in jedem gesondert. Alles bei sehr geringer wertigem, grobem Material. Eben das wollte Feuerlein mit seinem Durchdrücken erreichen.

Die Lösung gelingt am besten bei zwangläufigem Ablauf, etwas weniger gut auch bei den anderen Verteilungsverfahren. Nehmen wir an, dafs jeder Wagen mit einer gleichen geringen Geschwindigkeit in die Spitze des Richtungsgleises gesetzt wird. Wir wollen dem Richtungsgleis das in Abb. 26 dargestellte Profil geben. Im Anfang sei eine kurze Gefällstrecke von 1 : 80 bis 1 : 100, etwa 5 bis 7 Wagenlängen lang, dahinter der Hauptteil des Gleises in der Gleichgewichtsneigung. Deren unterste Grenze ist etwa 1 : 400. Gröfsere Gruppen, in denen Gut- und Schlechtläufer gemischt sind, laufen bei viel geringeren Gefällen weiter als ein Einzelwagen. Da wir erreichen wollen, dafs sie auch, wenn sie länger gestanden haben, bei schlechtem Wetter, Gegenwind und vielen Schlechtläufern noch laufen, nehmen wir etwas mehr als 1 : 400, etwa 1 : 300 bis 1 : 250. Wenn das bei gutem Wetter zu viel ist, so wird die eine oder andere Wagenbremse angezogen. Jedenfalls läfst sich erreichen, dafs der Hauptteil des Zuges, und zwar bei beliebiger Länge, ungefähr im Gleichgewicht ist und sich schon unter dem Einflufs einer geringen Kraft weiterbewegt, wenn auch langsam. Wir setzen voraus, dafs ein oder zwei Leute die Richtungsgruppe durchwandern — man braucht sie ja doch zum Kuppeln — und die Bremsen so einstellen, dafs der Zug gerade nicht von selbst davonläuft. Was geschieht nun, wenn ein neuer Wagen zuläuft? Er soll durch eine Hemmschuhbremse am Anfang der Gefällstrecke auf eine ganz geringe Geschwindigkeit, sagen wir auf 0,1 oder 0,2 m/Sek., abgebremst werden. Er wird

*) Z. d. V. d. E. V. 1918, Nr. 20/21.

Digitized by Google

sich dann auf der Gefällstrecke in Bewegung setzen, aber keine gröfsere Geschwindigkeit erreichen, als von der Pufferelastizität aufgenommen werden kann. Nötigenfalls wird eine zweite Hemmschuhbremse vorgesehen. Der Wagen erreicht mit Sicherheit den Zug, und zwar unter Druck, weil er in starkem Gefälle steht, aber ohne Stofs. Die Lücke ist also geschlossen. Wenn nun ein oder zwei Wagen in der Steilstrecke stehen und auf den Zug drücken, so üben sie bedeutende Kräfte aus, und werden den eben im Gleichgewicht befindlichen Zug in Bewegung setzen, bis sie alle in der flachen Neigung angekommen sind. So wiederholt sich das Spiel. Das Vorrücken des Zuges wird nicht ganz gleichmäfsig gehen, sondern unstetig, wie bei allen Reibungsvorgängen; es werden sich manchmal auch mehrere Wagen in der Steilstrecke ansammeln, bis sie den Zug vor sich herschieben; und wenn er einmal im Laufen ist, wird er gleich ein wenig weiterlaufen. Das schadet aber nichts. Man wird einwenden, dafs das Spiel nicht sicher sei, und dafs es doch recht unangenehm ist, wenn das Richtungsgleis sich einmal bis oben hin vollsetzt und die Wagen nicht weiterlaufen, oder wenn umgekehrt der Zug davonläuft. Es entsteht also die Frage, ob man das vorgeschriebene Weiterrücken nicht mit einer Hilfseinrichtung erzwingen kann. Das geht leicht mit einer Seilwinde in jedem Gleis.

»Schon wieder eine Maschine«, höre ich manche sagen. Ich antworte ruhig: Ja! Der Einwand ist eingangs widerlegt.

Man darf hier nicht an eine Anlage denken, wie sie etwa beim Abdrücken nach Derikartz's Vorschlag nötig ist. Der Zug ist ja bestrebt, das zu tun, was man von ihm verlangt; es fehlt nur eine Kleinigkeit. Ein leichtes Seil von 12 bis 14 mm kann Zugkräfte von 2000 bis 3000 kg ausüben. Die Kosten einer Seilanlage fallen mit der zweiten bis dritten Potenz des Seildurchmessers. Beim zwangläufigen Ablauf sind die Richtungsgleise immer gerade. Wir legen in jedes Gleis eine Seilwinde mit endlosem Seil. Tragrollen sind bei der geringen Verholgeschwindigkeit nicht nötig. Ein leichter Motor von 15 PS genügt. Der erste Wagen, der in das Gleis läuft, wird aufgefangen und mit seiner Kupplung an das Seil gebunden. Das Seil kann auch bremsen, kann also bei 3000 kg Zugkraft mit 6000 kg Kraftunterschied auf den Zug wirken. Für einen im ungefähren Gleichgewicht befindlichen Zug sind das schon bedeutende Kräfte und genügen, ihn nach Bedarf mäfsig zu beschleunigen oder zu verzögern.

Wenn wir diese Winde mit einer einfachen Fernsteuerung versehen, so ist alles erreicht. Man kann sie von Hand steuern, oder selbsttätig, indem man z. B. die Steilstrecke im Anfang des Gleises isoliert. Ist sie besetzt, so fängt die Winde an zu ziehen; ist sie frei, so bremst sie. Wenn einmal viele Wagen hintereinander in dasselbe Gleis kommen, was man voraus weifs, läfst man die Winde dauernd ziehen.

Und auch dies ist noch nicht das letzte. Es ist das ausgesprochene Ziel dieses Aufsatzes, dazu beizutragen, dafs die Verschiebetechnik aus einer gewissen Engigkeit der Entwicklung, in der sie mir zu stehen scheint, herauskommt. Ich scheue mich deshalb nicht, auch Ziele zu erwähnen, die manchen heute vielleicht nebelhaft erscheinen. Nämlich das selbsttätige Kuppeln. Wer weifs, wann die selbsttätige Kupplung kommt? Vielleicht müssen wir noch lange warten. Sollen wir bis dahin die Hände in den Schofs legen? Bei dem geschilderten Verfahren des Aufreihens findet das Zusammentreffen der Wagen immer an ein und derselben Stelle statt; ein ortsfester oder nur wenig längsverschieblicher Apparat könnte das Kuppeln, wenigstens der Hauptkupplung, übernehmen. Die Einzelheiten mufs ich der Phantasie der Erfinder überlassen.

Wir sind am Ende. Wir haben gesehen, dafs das Gesamtproblem der Verschiebetechnik grofs, reichhaltig und von weiten Perspektiven ist. Dabei ist anzunehmen, dafs hier noch nicht einmal alle Möglichkeiten erwähnt wurden. Für die jüngere Generation der Bauingenieure, deren Tätigkeitsgebiet durch die Zeitverhältnisse so arg beschnitten ist, bietet sich hier ein dankbares, erst zum kleinsten Teil beackertes Feld.

Wenn man die Frage stellt: Was sollen wir denn nun im gegebenen Fall tun, welche der vielen Möglichkeiten sollen wir wählen? und eine knappe Antwort verlangt, so ist folgendes zu erwidern.

Zunächst gibt es viele kleine Mittel, den Ablaufbetrieb zu verbessern, deren hier nicht gedacht werden konnte. Sie sind nicht zu unterschätzen; oft bringt, um nur eines zu erwähnen, das Schmieren der Kurven einen schlechten Bahnhof zum erträglichen Laufen

Von den maschinellen Hilfsmitteln kommen für die vorhandenen Bahnhöfe vor allem der Beschleunigungsantrieb, die leichte Gleisbremse und, für das Zusammendrücken, die gleisfreie Rangierwinde in Betracht.

Wo man mit Talbremsen arbeitet, sollte man bei Bergen über 1,0 m Höhe schon wegen der Schonung der Wagen zu hemmschuhfreien Bremsen übergehen.

Strebt man hohe Leistungen an und kommt ein Neubau oder ein Umbau in Frage, so wähle man zwischen der schweren Zentralbremse und zwangläufigem Ablauf. Das Gelände und die sonstigen Umstände werden oft entscheiden. Man überlege sich aber besonders genau, wie man die Wagen in den Richtungsgleisen sammeln und aufschliefsen will.

Für die Verwaltung der Deutschen Reichsbahn als Ganzes besteht die heute wohl allgemein anerkannte Notwendigkeit, die Entwicklung der einzelnen Instrumente so zu fördern, dafs sie bei Bedarf ausgeprobt zur Verfügung stehen. Die Rangiertechnik ist in der nächsten Zeit das Gebiet, wo wir noch am ehesten Geld hineinstecken können, weil da am meisten zu holen ist. Deshalb brauchen durchaus nicht im Augenblick grofse Summen ausgegeben zu werden. Aber man mufs die Entwicklung pflegen und zur Reife bringen. Man mufs die Zukunft vorbereiten, wenigstens die nächste; deshalb braucht man die Gegenwart nicht zu vergessen. Die Reichsbahn hat nicht nur in letzter Zeit erhebliche Mittel für Versuche zur Verfügung gestellt, sondern sich auch entschlossen, die verschiedenen Einrichtungen systematisch auszuarbeiten und zu entwickeln. Die Reichsbahn mufs diese Arbeiten selbst finanzieren; für Firmen sind sie keine lohnenden Aufgaben, da die Anwendungsfälle zu selten sind und die meisten Dinge nicht mehr patentfähig sind, wenigstens nicht grundsätzlich.

Und wohin streben wir letzten Endes? Die volle Mechanisierung scheint mir das Ziel und der zwangläufige Ablauf ist — mir wenigstens — dazu der vollkommenste Weg.

Digitized by Google

Ablaufdynamik.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frölich.

Hierzu Tafel 17 bis 20.

Die Ablaufdynamik ist entstanden, als man sich mit der technischen Verbesserung der Ablaufanlagen befafste. Als ihre Grundlage müssen die Arbeiten von Ammann*), Blum**) und Cauer***) — des ablaufdynamischen ABC — angesehen werden. Neuerdings hat die Ablaufdynamik einen starken Impuls erhalten durch den Übergang zur Mechanisierung der Verschiebeanlagen und durch praktische Ergebnisse. Wenn heute auf der Ablaufanlage in Hamm Züge von 120 Achsen in acht Min. und bei Schnellabdrücken in sechs Min. zerlegt werden, so sind diese Tatsachen eine Probe auf das ablaufdynamische Exempel, die beweist, dafs die Ablaufdynamik die Grundlage jeden Fortschritts auf dem Gebiete der Rangiertechnik und im besonderen die Mechanisierung nur auf der Grundlage der genauen Kenntnis der Ablaufdynamik möglich ist.

Ich glaube daher einem Bedürfnis zu entsprechen, wenn ich die ablaufdynamischen Grundlagen im folgenden zusammenstelle.

Die Grundfrage für die Bearbeitung rangiertechnischer Aufgaben ist die Frage, welche Kraft aufzuwenden ist, um leere oder beladene, zwei- oder vierachsige Wagen, als Einzelwagen oder Wagengruppen, bei normaler oder tiefer Temperatur, bei Windstille oder Rücken- oder Gegenwind zu bewegen durch gerades Gleis, durch Weichen und Krümmungen und in wagerechten oder geneigten Gleisen. Daraus ergibt sich bei der Verwendung von Schwerkraft die Gefällhöhe, bei Verwendung äufserer Kräfte die Gröfse der Kraftquelle. Für die Beurteilung dieser Fragen sind die Formeln über Zugwiderstände unzureichend. Die Praxis beurteilt sie seit jeher durch die Beobachtung des freien Wagenlaufs auf Rangieranlagen. Aus der Laufweite L und Gefällhöhe H ergibt sich der mittlere Gesamtwiderstand ω zu $\omega = \frac{H}{L}$. Aufgabe der Ablaufdynamik ist es, diese zwar einfache aber für eingehendere Untersuchungen ungenügende Methode zu verbessern in der Richtung über die Beurteilung der Gesamtwiderstände hinaus ihre bestimmenden Einflüsse klar zu legen.

Die Methode, die Geschwindigkeit der Wagen an verschiedenen Punkten des Laufweges zu messen, erfordert genaue Mefseinrichtungen. Die Amerikaner messen die Laufzeiten der ablaufenden Wagen und tragen diese Zeitwegelinien zusammen, um dadurch ein überschlägliches Bild für die Beurteilung der verschiedenen Wagen zu erhalten.

Im folgenden sei mitgeteilt, wie aus dieser einfachen und genauen Methode, vom Schwerpunkt des ablaufenden Wagens aus beim Überfahren der vorher eingemessenen Mefspunkte die Laufzeiten laufend aufzuschreiben, die Gesamtwiderstände und, wenn erwünscht, die Rückschlüsse auf die Teilwiderstände abgeleitet werden können.

Gegeben ist somit als Ergebnis der Zeitmessung die Zeitwegelinie des Schwerpunkts. (Abb. 10, Taf. 17).

Ist $\Delta l_{m,n}$ die Wegestrecke zwischen den Punkten m und n des Laufweges,

t_m die Laufzeit bis zum Punkt m
t_n die Laufzeit bis zum Punkt n
g m/sec² die Erdbeschleunigung
$v_{m,n}$ die mittlere Geschwindigkeit

zwischen Punkt m und n und liegen die Punkte m und n so nahe zusammen, dafs die Geschwindigkeitsänderung zwischen Punkt m und n gering ist, so gilt:

$$v_{m,n} = \frac{l_{m,n}}{t_n - t_m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{I)}$$

$$h_n = \frac{v^2_{m,n}}{2\,g} = \frac{\Delta l^2_{m,n}}{(t_m - t_n)^2 \cdot 2\,g} \quad \ldots\ldots \text{II);}$$

die rechte Seite der Gleichung drückt das kinetische Arbeitsvermögen h_n von 1 t Wagengewicht am Punkte n aus. Dieser Wert ist für verschiedene Δl aus Abb. 11, Taf. 17 mit dem Zirkel abzugreifen und in Abb. 2, Taf. 17 auf der Schwerpunktlinie zwischen Punkt m und n als mittlere Höhe $h_{m,n}$ aufzutragen. Wendet man dieses Verfahren auf sämtlichen Teilstrecken Δl des Laufweges L an, die man um so kürzer wählen mufs, je langsamer das Fahrzeug läuft, so erhält man die Geschwindigkeitshöhenlinie, deren Abstand von der Visierlinie des Ablaufpunktes die Gesamtwiderstandarbeit h_ω von 1 t Wagengewicht an jedem Punkte der Bahn angibt.

Die Schwerpunktlinie, die für einzeln ablaufende Achsen und mit genügender Annäherung auch für Wagen mit kurzem Achsstand in der Höhe des Wagenschwerpunktes über S. O. verläuft, wird aus Zweckmäfsigkeitsgründen so gezeichnet, als ob die Höhe des Schwerpunktes eines Wagens über S. O. = Null sei; die Schwerpunktlinie fällt in diesem Falle also mit der Profillinie zusammen. Bei Wagen mit gröfseren Radständen und vor allem bei Wagengruppen fällt die Schwerpunktlinie nur so lange mit der Profillinie zusammen, als sämtliche Achsen sich auf derselben Neigung befinden.

Bei den Ausrundungen der Profillinie wird die Schwerpunktlinie in der Weise berechnet, dafs man den Wagen oder die Wagengruppe über die Ausrundung vorschiebt und für die einzelnen Stellungen in der Ausrundung den Schwerpunkt des Lastenzuges ermittelt, indem man von einer angenommenen Horizontalen die Momentengleichung aufstellt, aus der sich die Lage des Schwerpunktes der Gruppe ergibt.

In Textabb. 1 ist für eine Wagengruppe von acht Achsen verschiedenen Gewichts P_1 bis P_8 die Berechnung der Schwerpunktlinie durchgeführt. Für eine beliebige Stellung des Lastenzuges ist der Schwerpunktabstand X_s von der Horizontalen H — H:

$$X_s = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + \ldots + P_8 \cdot X_8}{\Sigma\, P_{1-8}} \quad \ldots \text{III)}$$

oder bei Fortbewegung des Lastenzuges um Δl

$$X'_s = \frac{P_1 \cdot X'_1 + P_2 \cdot X'_2 + \ldots + P_8 \cdot X'_8}{\Sigma\, P_{1-8}} \quad \ldots \text{IIIa)}$$

Die Rechnung vereinfacht sich, wenn $P_1 = P_2 = P_n$ ist und lauten die Gleichungen dann

$$X_s = \frac{(X_1 + X_2 + \ldots + X)}{n} \quad \ldots\ldots \text{IIIb)}$$

oder

$$X'_s = \frac{(X'_1 + X'_2 + \ldots + X'_n}{n} \quad \ldots\ldots \text{IIIc)}$$

wobei n die Anzahl der Achsen bedeutet.

Bei der Bewegung des Lastenzuges um Δl (Textabb. 1) betragen die geleisteten Arbeiten

$$P_1 \cdot (X_1 - X'_1) + P_2\,(X_2 - X'_2) + \ldots + P_8\,(X_8 - X'_8) = \\ = P\,(X_s - X'_s) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{IV).}$$

Daraus folgt: Der über die Schwerpunktlinie laufende Massenpunkt leistet dieselbe Arbeit wie die über die Profillinie laufende Wagengruppe, für die diese Schwerpunktlinie gezeichnet ist, oder mit anderen Worten: Der über den Schwerpunktweg einer ablaufenden Gruppe — siehe auch Abb. 12 bis 14, Taf. 17 — laufende Massenpunkt hat dieselbe Laufzeit wie die über die Profillinie laufende Gruppe. (Zurückführung der Gruppe auf den Massepunkt.)

*) Ammann: Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen in ihrer Abhängigkeit von den Gefällverhältnissen. Dr. Ing. Dissertation 1911.

**) Blum: Die Anlage von Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen. V. W. 1909, Nr. 47 bis 49.

***) Cauer: Ablaufneigung der Verschiebebahnhöfe. Z. d. V. D. E. 1912, S. 275.

Digitized by Google

In Abb. 12 bis 14, Taf. 17 sind für Wagengruppen von 1 bis 6 gleichschweren Wagen die Schwerpunktlinien in drei Ablaufprofile eingetragen, die sich lediglich durch die Länge der Zwischengeraden unterscheiden. Der Ablaufpunkt wird durch die unter ω ‰ geneigte Tangente an die Schwerpunktlinie bestimmt.

Um für Wagengruppen die Widerstandshöhenlinie h_ω aus ihrer Zeitwegelinie abzuleiten, mufs man also vorher ihre Schwerpunktlinie und deren »Visierlinie des Ablaufpunkts« besonders eintragen. Trägt man dann auf der Schwerpunktlinie die aus Abb. 11, Taf. 17 abgegriffenen Geschwindigkeitshöhen h_n für sämtliche Teilstrecken des Laufweges auf, so stellt die dadurch gewonnene Geschwindigkeitshöhenlinie auf die Visierlinie bezogen die Widerstandshöhenlinie dar.

Geschwindigkeitshöhe h + Widerstandshöhe h_ω = Gefällhöhe H . . . . . V).

Die Widerstandshöhe h_{ω_n} ist somit die Gesamtwiderstandsarbeit von 1 t Wagengewicht auf dem Laufweg des Schwerpunkts von Ablaufpunkt bis zum Punkt n.

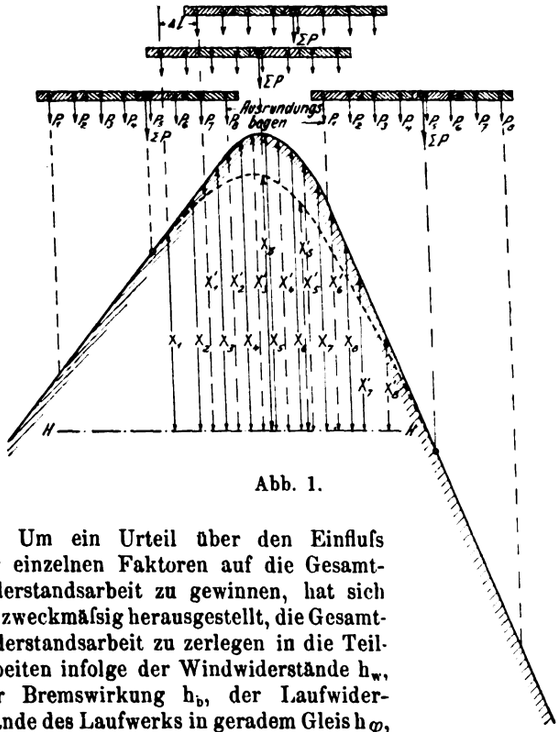


Abb. 1.

Um ein Urteil über den Einflufs der einzelnen Faktoren auf die Gesamtwiderstandsarbeit zu gewinnen, hat sich als zweckmäfsig herausgestellt, die Gesamtwiderstandsarbeit zu zerlegen in die Teilarbeiten infolge der Windwiderstände h_w, der Bremswirkung h_b, der Laufwiderstände des Laufwerks in geradem Gleis h_φ, der zusätzlichen Widerstände infolge Krümmungen und Weichen h_ϱ und der Schwungmasse der Räder h_p gemäfs der Gleichung

$$h_\omega = h_w + h_b + h_\varphi + h_\varrho + h_p \quad \ldots\ldots \quad \text{VI)}.$$

Man geht dabei so vor, dafs man die Einzelwiderstandsarbeiten auf Grund der folgenden Ansätze mit Hilfe der Geschwindigkeitshöhenlinie berechnet und in Abb. 2, Taf. 17 aufträgt. Wird alsdann Gleichung VI) nicht befriedigt, d. h. wird die Summe der berechneten Teilwiderstände gröfser oder kleiner als der gemessene Gesamtwiderstand, so verändert man diese Ansätze bis die Gleichung VI) befriedigt wird. Führt man das für eine Reihe von Ablaufversuchen durch, so gewinnt man einen immer klareren Einblick in diese Ansätze und damit in den Aufbau der Gesamtwiderstände und ist dadurch besser in der Lage, die Arbeits- und Kraftverhältnisse sich bewegender Wagen zu beurteilen, als wenn man lediglich die Gesamtwiderstandsarbeiten betrachtet. Vor allem kann man alsdann in umgekehrtem Vorgehen für die wechselnde Lufttemperatur, Wagen- und Gleisverhältnisse aus den Ansätzen für die Teilwiderstände die Gesamtwiderstände besser aufbauen, als wenn man lediglich einen gemittelten Wert für den Gesamtwiderstand zur Verfügung hat. Die Teilwiderstandsarbeiten sind einesteils natürliche und anderenteils künstliche Arbeitsverluste. Die ersteren setzen sich zusammen aus:

1. Den Reibungsarbeiten h_φ im Laufwerk der Wagen und zwischen Rad und Schiene. Diese betragen am Anfang der Bewegung auf 1 t Wagengewicht bezogen bei leichten Wagen (leere G) $\frac{4,5}{1000} \cdot l$, wobei l die Länge des Laufweges ist. Sie wachsen bei Frost auf den doppelten Betrag an. Nach etwa 250 m Laufweg verringern sich infolge der besseren Schmierwirkung des Öls diese Reibungsarbeiten h_φ um den in Abb. 5, Taf. 17 ermittelten Betrag Δh_φ, wobei im allgemeinen nur die Werte unter »normal gestanden« in Frage kommen.

2. Den zusätzlichen Reibungsverlusten h_ϱ in Krümmungen, die aus Abb. 4, Taf. 17 sowohl für Bögen verschiedener Halbmesser und bis 200 m Länge, wie für Weichen zu entnehmen sind. (Der Weichenwinkel spielt für h_ϱ eine geringere Rolle,

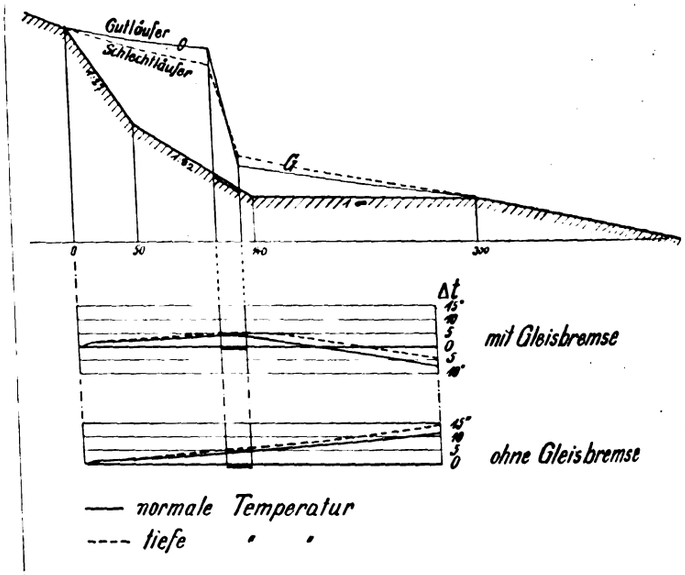


Abb. 2.

da stärkere Weichenwinkel kleinere Halbmesser und somit kürzere Bogenlängen haben.) Die Reibungsverluste h_ϱ wurden nach der Röcklschen Formel

$$h = \frac{650}{R - 55} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{VII)}$$

errechnet, die Ergebnisse aber auf Grund der hier gemachten Beobachtungen nur mit $^4/_5$ des Wertes in Abb. 4, Taf. 17 eingezeichnet, wobei zugleich eine Angleichung an andere Formeln für die Ermittlung von h_ϱ erzielt wurde.

3. Den Windwiderstandsarbeiten h_w. Diese errechnen sich nach der Formel:

$$h_w = 0,07 \cdot \frac{F_o}{G} \cdot v^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{VIII)},$$

oder wenn man $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$ setzt, also die Geschwindigkeit v durch ihre Geschwindigkeitshöhe h ausdrückt:

$$h_w = 0,07 \cdot \frac{F_o}{G} \cdot 2\,g \cdot h = 1,37 \frac{F_o}{G} \cdot h \quad \ldots \quad \text{VIIIa)},$$

wobei F_o die Angriffsfläche des Wagens in m² darstellt. Diese ist bei Wagen mit glatter Oberfläche gleich dem gröfsten Querschnitt z. B. bei G-Wagen = 7,0 m² und beladenen O-Wagen = = 4,5 m², bei Wagen mit einspringenden Begrenzungsflächen

Digitized by Google

z. B. leeren O-Wagen) erhöht sich dieser Betrag um ΔF_o bis zu 30%, bei Wagengruppen aufserdem um $Fo' = \frac{1}{10} F_o$ für jeden mittleren und $^1/_4 F_o$ für den letzten Wagen. Für eine Gruppe von zwei G- und zwei leeren O-Wagen ist somit

$$F_o = 7{,}0 + 0{,}3 \,.\, 2 \,.\, 4{,}5 + \frac{1}{10}(7{,}0 + 4{,}5) + \frac{1}{4} \,.\, 4{,}5 = \text{rd.}\, 12\,\text{m}^2.$$

Die Geschwindigkeit v_a (m/sek.) der Aufsenluft wird nur relativ zum Wagen in Fahrrichtung gerechnet. Steht z. B. der Wind mit einer Stärke von $v_a = 6$ m/Sek. unter einem Winkel von 45° gegen die Fahrrichtung, so ist bei einer Eigengeschwindigkeit des Wagens von $v = 4$ m/Sek.

$v_w = v + v_a \,.\, \sin 45^0 = 4 + 6 \,.\, \sin 45^0 = 4 + 4{,}2 = 8{,}2$ m/Sek.

Bei Gegenwind ist somit $v_w = v + v_a$, wobei v die Eigengeschwindigkeit des Wagens und v_a die Luftgeschwindigkeit in Fahrrichtung bedeutet. Bei Rückenwind subtrahieren sich die Werte ($v_w = v - v_a$).

Die Geschwindigkeit der Aufsenluft ist am Ablaufkopf gemessen am gröfsten und fällt zwischen den Richtungsgleisen für normale Verhältnisse etwa nach dem in Abb. 3, Taf. 17 wiedergegebenen Diagramm ab.

4. Den Verzögerungs- oder Beschleunigungsarbeiten bedingt durch den Einflufs der Schwungmassen der Räder.

Rechnet man aus Gründen der Übersichtlichkeit das Arbeitsvermögen der sich drehenden Räder, die das Gewicht G' von etwa 1 t haben, in das Arbeitsvermögen der fortschreitenden Bewegung ein, so erhöht sich hierdurch das Arbeitsvermögen des Fahrzeuges um den Wert

$$h_p = h \frac{G'}{G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{IX)},$$

das aus Abb. 6*) der Taf. 17 zu ersehen ist, wobei G das Gewicht des Fahrzeuges bedeutet.

Die künstlichen Arbeitsverluste werden durch die Bremskräfte hervorgerufen und betragen

$$h_b = b \,.\, l_b \ldots\ldots\ldots\ldots \text{X)},$$

wobei b ‰ die auf 1 t Wagengewicht bezogene Bremskraft und l_b den Weg bedeutet, auf den diese Bremskraft wirkt.

Bei Verwendung von Hemmschuhbremsen beträgt die Bremswirkung bis zu 120‰ und errechnet sich nach der Gleichung

$$b \frac{\mu}{n} \,.\, l_b \ldots\ldots\ldots\ldots \text{XI)},$$

wobei μ die Reibungsziffer, n die Anzahl der Achsen und l_b die Bremslänge bedeuten.

Bei Gleisbremsen bewegt sich die Bremswirkung b zwischen 0 und einem maximalen Bremswert, der bei Einführung von Gleisbremsen bindend festzulegen sein wird (b_{max} voraussichtlich 250‰).

Das Verfahren, mit Hilfe der Mafsstäbe Abb. 3 bis 11, Taf. 17 aus den gemessenen Ablaufzeiten die Widerstandsarbeiten für 1 t Wagengewicht (h_ω) zu berechnen, ist also folgendes:

Nach Aufnahme der Zeiten wird, am Ablaufpunkt beginnend, die Zeitwegelinie (Abb. 10, Taf. 17) aufgetragen. Mit Hilfe des Mafsstabes der Abb. 11 wird die verbleibende restliche Arbeitshöhe h gefunden und im Längenprofil Abb. 2 eingetragen, wie dieses im Beispiel zwischen den Punkten m und n des Laufweges gezeichnet ist.

Zur weiteren Feststellung der Teilwerte des Gesamtwiderstandes ω wird nach Auftragung der h-Linie die Geschwindigkeitshöhe h_p des Einflusses der Schwungmassen entsprechend dem Wagengewicht im Mafsstab der Abb. 6*) abgegriffen und im Längenprofil über die h-Linie aufgetragen. Nach dem Zeichnen dieser h_p-Linie ist die Windwiderstandshöhe h_w zu ermitteln. Dieses ist bei Windstille einfach, es sind dabei nur die Höhen h_w, am Ablaufpunkt beginnend, jeweils aus dem Mafsstab der Abb. 8 oder 9 für die einzelnen Teilstrecken (hierbei sind nur die über 20 m zu nehmen) und die entsprechenden h der h-Linie abzugreifen und im Längenprofil aufzutragen.

Bei Gegen- oder Rückenwind müssen noch die Mafsstäbe der Abb. 3 und 7 mit hinzugezogen werden. Zunächst wird dabei die mittlere Geschwindigkeit der Aufsenluft der betreffenden Teilstrecke im Mafsstab Abb. 3 in den Zirkel genommen und in Abb. 7 die Geschwindigkeitshöhe dieser Geschwindigkeit ermittelt, die zu der im Längenprofil bis dahin aufgetragenen Höhe ($h_{m,n} + h_p + h_{wm}$) bei Gegenwind hinzugezählt oder bei Rückenwind von derselben abgezogen wird. Mit dem Mafsstab der Abb. 8 oder 9 wird darauf wie bei Windstille die Windwiderstandshöhe h_w für die betreffende Teilstrecke gefunden und im Längenprofil eingetragen.

Nach Eintragung des Windwiderstandshöhe h_w wird entsprechend dem Mafsstab der Abb. 4 der Krümmungswiderstand h_ϱ nach 250 m Laufweg eingetragen. Die Werte Δh_φ sind im Mafsstab der Abb. 5 eingezeichnet; es kann im allgemeinen mit denen unter »normal gestanden« gerechnet werden.

Durch das Auftragen dieser Linie hat man die Laufwiderstandslinie des Wagens gefunden, die gradlinig verlaufen mufs.

Umgekehrt kann aus den Ansätzen für die Teilarbeiten mit Hilfe der Mafsstäbe für einen bestimmten Wagen und für bestimmte Witterungs- und Gleisverhältnisse die Widerstandsarbeit berechnet werden in folgender Weise:

Auftragen der Linie des Laufwiderstandes h_φ; Absetzen der Laufwiderstandsabnahme Δh_φ nach einem Laufweg von 250 m gemäfs Mafsstab Abb. 5, Taf. 17; Auftragen der Geschwindigkeitshöhen h_ϱ für die Weichen- und Krümmungen nach dem Mafsstab der Abb. 4;

Ermitteln der Windwiderstandshöhe h_w bei Windstille nach dem Mafsstab in Abb. 8 oder 9 und bei Gegen- oder Rückenwind mit Zuhilfenahme der Mafsstäbe Abb. 3 und 7 durch Abgreifen der Geschwindigkeit der Aufsenluft im Mafsstab Abb. 3, Feststellen der dieser entsprechenden Geschwindigkeitshöhe im Mafsstab Abb. 7; diese dann zu der bis zum betreffenden Teilstreckenabschnitt gefundenen Widerstandshöhe zuzählen bei Gegenwind oder von dieser abziehen bei Rückenwind und Abgreifen der Windwiderstandshöhe h_w mit der so gefundenen Widerstandshöhe im Mafsstab Abb. 8 oder 9 eintragen der Windwiderstandshöhe h_w im Längenprofil;

Nach Zeichnung der h_w-Linie Berücksichtigung des Einflusses der Schwungmassen durch Auftragung der Geschwindigkeitshöhe h_p dem Wagengewicht entsprechend gemäfs Mafsstab Abb. 6;

hierdurch Feststellung der Gesamtwiderstandshöhe h und der verbleibenden restlichen Arbeitshöhe h.

In Abb. 2, Taf. 17 ist im Teilstreckenabschnitt 210 bis 250 die angegebene Methode eingezeichnet und dürfte somit ohne weiteres klar sein.

Der Aufbau der einzelnen Mafsstäbe in Taf. 17 ist sehr einfach.

Die Werte der Abb. 3 und 5 sind durch Versuche festgestellt*). Mit Ausnahme der Küstengebiete genügt es für deutsche Verhältnisse, beim Mafsstab der Abb. 3 mit einem höchsten Aufsenwind von 6 m/Sek. zu rechnen, der entsprechend den gemachten Beobachtungen am Fufse der Rampe auf die Hälfte und in den Richtungsgleisen auf ein Viertel der Stärke heruntergeht.

Die Widerstandshöhe h_ϱ für Krümmungen ist nach der angegebenen Formel VII), die Höhe h_p für den Einflufs der Schwungmassen im Mafsstab Abb. 6 nach der Formel IX) aufgetragen. Das Verhältnis zwischen v und h im Mafsstab Abb. 7 folgt aus der Gleichung $v = \sqrt{2 \,.\, g \,.\, h}$, während die Windwiderstandshöhen im Mafsstab 8 und 9 entsprechend der

*) Abb. 6, Taf. 17 mufste entfallen, weil Vorlage nicht rechtzeitig zur Verfügung stand. Die Schriftleitung.

*) Frölich: Rangieranlagen und ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb usw. C. W. Kreidels Verlag, Berlin W. 9.

Digitized by Google

mitgeteilten Formel VIII a) aufgezeichnet wurden. Die Erklärung des Maſsstabes Abb. 11 erfolgt weiter unten.

Abb. 15, Taf. 17 gibt für einen Wagen vom Laufwiderstand $\varphi = 2{,}8\,^0/_{00}$ und einer Äquivalentfläche von $F_o = 4{,}5\,m^2$, den normalen Gutläufer und für einen Wagen vom Laufwiderstand $\varphi = 4{,}5\,^0/_{00}$ und einer Äquivalentfläche von $F_o = 7\,m^2$, den normalen Schlechtläufer, für verschiedene Witterungsverhältnisse die Beziehung zwischen Gefällhöhe H und Laufweite L an; bei Flachrampen werden infolge der geringeren Geschwindigkeiten die Windwiderstände geringer als bei Steilrampen.

Aus der Widerstandsarbeit h_ω, dem Laufweg L und dem Wagengewicht G errechnet sich die zur Überwindung der Gesamtwiderstände aufzuwendende Kraft

$$Z = \frac{h_n - h_m}{\Delta l_{m,n}} . G = \omega . G \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{XII)}$$

Die richtige Beurteilung der Widerstandskräfte und Widerstandsarbeiten ist die Grundlage aller Fragen, die sich auf die Bewegung von Fahrzeugen in Gleisen beziehen. Ein Sondergebiet ist die Bewegung der Wagen auf Ablauframpen. Soweit es sich dabei um den Laufweg L handelt, ist die Beurteilung aus den Widerstandsarbeiten ohne weiteres möglich; soweit es sich um die Leistung der Ablauframpe handelt, Zerlegeleistung, ist als weiterer Maſsstab die Zeit einzuführen.

Um beim freien Wagenablauf zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wagen eine Weiche umlegen zu können, dürfen diese sich am Weichenanfang höchstens mit einer Zeitfolge t_s folgen, die für handbediente Weichen mit 4 Sekunden angegeben wird und für automatisch bediente Weichen $\frac{l_i + R}{v}$ beträgt, wobei l_i die Länge des isolierten Stranges der Weiche (> 11,8 m), R den Radstand und v die Geschwindigkeit des ersten Fahrzeugs bedeutet. Beträgt der Laufzeitunterschied der beiden Wagen vom Ablaufpunkt aus gerechnet Δt, so ergibt sich daraus ihre Zeitfolge am Ablaufpunkt zu

$$T_o = \Delta t + t_s \quad \ldots\ldots\ldots \text{XIII)}$$

dieses ist die Grundgleichung für die Berechnung der Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage ist daher um so gröſser, je kleiner Δt und t_s sind. Ablaufdynamisch ist dabei vor allem der Wert Δt wichtig.

Sind die Widerstandsarbeiten richtig eingeschätzt, so können die Zeitwegelinien und daraus die Δt-Linien mit den von Dr. Ing. Müller angegebenen graphischen Verfahren abgeleitet werden*).

Im folgenden sei ein einfaches und wie die Erfahrung zeigt, ein genaues Maſsstabverfahren angegeben:

Aus der Geschwindigkeitshöhe, die durch die Gleichung $h = \frac{v^2}{2g}$ bestimmt ist, läſst sich die Geschwindigkeit $v = \sqrt{2gh}$ und aus dieser die Zeit t, die zur Zurücklegung eines bestimmten Weges erforderlich ist, ermitteln. Die Gleichung hierfür lautet:

$$t = \frac{\Delta l}{v}$$

oder beim Einsetzen von $v = \sqrt{2gh}$

$$t = \frac{\Delta l}{\sqrt{2gh}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{XIV)}$$

Da zur Erleichterung der Rechnung Δl nur in ganz bestimmten Längen angenommen wird, $\sqrt{2gh} = 4{,}43 . \sqrt{h}$ ist, so ist der Maſsstab Abb. 11 sehr schnell zu zeichnen. Beim Arbeiten mit diesem Maſsstab sind nur Zirkelabgriffe nötig, eine Parallelverschiebung der Polstrahlen wie beim Verfahren nach Dr. Ing. Müller ist nicht erforderlich, wodurch das Verfahren genauer wird und schneller zum Ziele führt.

Im Maſsstab Abb. 11 ist z. B. für eine Teilstrecke m — n (= 20 m) die Geschwindigkeitshöhe $h_{m,n}$ eingetragen. Der Schnittpunkt dieser mit der Teilstreckenlinie $\Delta l = 20\,m$ ergibt von der Grundlinie aus die Zeit $t_{m,n}$, die das Fahrzeug zum Durchlaufen dieser Teilstrecke m — n mit der Geschwindigkeitshöhe $h_{m,n}$ nötig hat. Die Aneinanderreihung der sämtlichen Teilstrecken $t_{m,n}$ ergibt die Gesamtablaufzeit T und die Zeitwegelinie des betreffenden Fahrzeuges.

Bei der Wahl der Teilstreckenlängen ist darauf zu achten, daſs bei den kleinen Geschwindigkeiten, also beim Beginn des Ablaufs, eine recht enge Streckenteilung vorgenommen wird. Empfehlenswert ist folgende:

Vom Ablaufpunkt an = 2 . 2,5 m, dann 3 . 5,00 m und anschlieſsend bis etwa 100 m Laufweg Δl je 10,00 m, von da ab gröſser bis zu $\Delta l = 50\,m$. Für die Ermittlung der Windwiderstandsteilwerte sind auch im Anfang bereits die gröſseren Teilstreckenlängen zu nehmen.

Beim freien Wagenablauf haben die Δt-Linien grundsätzlich die in Abb. 1, Taf. 18 dargestellte Form, d. h. Δt ist am Ablaufpunkt des Gutläufers 0 und steigt dann mit dem Laufweg an.

Um für jede Weiche mit Rücksicht auf das Umstellen der Weiche zwischen zwei Fahrzeugen Δt klein zu machen, sind drei Mittel anzuwenden:

1. Den Gleisplan so durchzubilden, daſs
   a) die Weichen möglichst nahe am Ablaufpunkt liegen,
   b) die Trennungsvorgänge, d. h. die Gabelungen der Fahrwege bei Weichen erfolgen, die möglichst nahe am Ablaufpunkt liegen.
2. Das Ablaufprofil so durchzubilden, daſs Δt möglichst klein wird.

Die Forderung zu 1. wird erfüllt, wenn der Gleisplan nach dem Prinzip der Streuung und nicht nach dem Prinzip der Weichenstraſsen entwickelt wird. In Abb. 1 bis 4, Taf. 19 sind einige Lösungen zusammengestellt. Abb. 4, Taf. 18 zeigt, daſs hier die Forderungen zu 1 a) und 1 b) gleicherweise erfüllt werden. Die Fahrwege von n Fahrstraſsen gabeln sich bekanntlich an n — 1 Weichen. Diese Trennungsvorgänge sind für eine gröſsere Zahl von Rangierzetteln für jede Weiche festgestellt worden; die Rangierzettel waren dabei willkürlich aufgestellt mit der einzigen Beschränkung, daſs am Ende der Untersuchung in jedes Gleis gleichviel Abläufe abgelaufen waren. Die Häufigkeit der Trennungsvorgänge ist in Abb. 2, Taf. 18 zusammengestellt; man sieht daraus, daſs bei dem nach dem Grundsatz der Streuung aufgestellten Gleisplan von Hamm (ausgezogen) 65 % der Trennungsvorgänge an der ersten Weiche (I. Staffel), 10 % an den beiden zweiten Weichen (II. Staffel) usw. erfolgen, so daſs etwa 80 % der Trennungen innerhalb der drei vorderen Weichenstaffeln erfolgen. Ein Vergleich mit der Häufigkeit der Trennungsvorgänge des Gleisplans gemäſs Abb. 3, (gestrichelt) zeigt, daſs, gleiche Profilausbildung für die beiden Gleispläne vorausgesetzt, über 75 % der Trennungsvorgänge beim Gleisplan Hamm vor der Zone liegen, bei der in dem Gleisplan gemäſs Abb. 3 die Trennungsvorgänge erst beginnen und sich über eine langgezogene Zone erstrecken, bei der die Δt-Werte, namentlich bei ungünstigem Wetter, stark anwachsen. Durch betriebliche Maſsnahmen kann man die Häufigkeitslinie der Trennungsvorgänge beeinflussen. In Abb. 2, Taf. 18 ist eine zweite Häufigkeitslinie eingetragen (strichpunktiert), für die angenommen wurde, daſs in die Gleise 2 bis 6 doppelt so viele Abläufe laufen als in die andern. Es empfiehlt sich daher allgemein, bei der Bestimmung der Aufgaben der Richtungsgleise die Verteilung solange zu ändern,

*) Dr. Ing. Müller: Einflufslinien zur Ermittlung der Ablaufpunkte und Zeitwegelinien der vom Ablaufberg rollenden Wagen. Z. d. B. 1921, Heft 57 und 1922, Heft 9.

Digitized by Google

bis sich unter Zugrundelegung der Rangierzettel die günstigsten Häufigkeitslinien der Trennungsvorgänge ergeben.

Die Forderung zu 2. wird im allgemeinen erfüllt, wenn man vermeidet, dafs die Wagen zu langsam laufen, da bei kleineren Geschwindigkeiten unterschiedliche Geschwindigkeiten auf die Laufzeiten und damit auf Δt grofsen Einflufs haben. Die allgemeine Anweisung für den Entwurf von Ablaufprofilen ist somit folgende:

Theoretisch sollte das zur Verfügung stehende Gefälle möglichst am Anfang der Ablauframpe zusammengefafst werden. (Steilrampe).

Praktisch wird in jedem Falle zu untersuchen sein, inwieweit Abweichungen von dieser theoretisch richtigen Form zulässig sind. Als übersichtlicher Anhalt für derartige Untersuchungen können die in Abb. 16 bis 26, Taf. 17, Abb. 1, 7 bis 9, Taf. 18 und Abb. 1 bis 30, Taf. 20 wiedergegebenen Untersuchungen gelten.

Sie befassen sich mit der Frage: Welchen Einflufs hat die Veränderung der einzelnen Teile des Ablaufprofils auf die Δt Werte und zwar jede Veränderung für sich betrachtet? Zugrunde gelegt ist für alle Untersuchungen der Wagen mit $\varphi = 2{,}8\ ^0/_{00}$, $F_0 = 4{,}5\ m^2$ (Gutläufer, —O— gezeichnet) und der Wagen mit $\varphi = 4{,}5\ ^0/_{00}$ und $F_0 = 7\ m^2$ (Schlechtläufer ——G— gezeichnet)

Die Ergebnisse, die im einzelnen aus den Zeichnungen abzulesen sind, sind folgende:

Zwischengerade (Abb. 16 bis 18, Taf. 17) von 3 bis 4 m ergeben die geringsten Laufzeitunterschiede zwischen Einzelwagen und Wagengruppen und sind damit bei konstanter Zuführungsgeschwindigkeit die zweckmäfsigsten Zwischengeraden. Besteht die Möglichkeit, die Zuführungsgeschwindigkeit bei Gruppen zu erhöhen (variable Zuführungsgeschwindigkeit), so sind gröfsere Zwischengrade zu wählen, weil bei diesen die Gruppe eine kleinere Laufzeit hat als der Einzelwagen.

Je kleiner die Ausrundungsradien (Abb. 19 bis 26, Taf. 17), um so kleiner Δt. Die Unterschiede der Δt sind aber nicht grofs, so dafs mit Rücksicht auf Lokomotiven und Drehgestellwagen im allgemeinen kleinere Radien als 200 nicht zu empfehlen sind.

Je steiler die Rampenneigung (Abb. 1 bis 10, Taf. 20), je kleiner Δt. Rampenneigungen flacher als 1 : 30 sollten im allgemeinen nicht verwandt werden, weil sie namentlich bei ungünstigem Wetter die Δt erheblich erhöhen. Die Steilrampe hat von allen Teilen des Ablaufprofils den stärksten Einflufs auf die Leistungsfähigkeit; es fragt sich nur, ob die Gesamtgefällhöhe auf die Steilrampe zu nehmen ist, oder ob ein Teil auf die Übergangsrampe genommen werden kann. Flache Übergangsrampen verschlechtern die Δt, jedoch unerheblich. Der Grund liegt darin, dafs von Geschwindigkeiten von etwa 5 bis 6 m/Sek. an der Einflufs der unterschiedlichen Widerstände und damit der unterschiedlichen Geschwindigkeiten aufdie Laufzeiten erheblich abfällt gegenüber geringeren Geschwindigkeiten. Es kommt also darauf an, durch die Steilrampe die Wagen möglichst schnell auf Geschwindigkeiten von 5 bis 6 m/Sek. zu bringen.

In Zusammenstellung 1 sind für verschiedene Ausrundungshalbmesser, Ablauframpen- und Übergangsrampenneigungen aus den Δt-Linien der Abb. 7 bis 10 und 12 bis 15, Taf. 20 die unterschiedlichen Laufzeitdifferenzen Δ (Δt) zusammengestellt. Man sieht daraus den ausschlaggebenden Einflufs der Rampenneigung; ferner ermöglicht die Tabelle, überschläglich festzustellen, um wieviel sich die Δt-Linie durch Änderung einer der drei Faktoren in ihrem weiteren Verlauf verändert. Ist z. B. Δt bei einem Profil mit $R = 100$ m, $1 : n = 1 : 20$, $1\ m = 1 : 170$ bei gutem Wetter am Ende der Übergangsneigung mit 4 Sek. festgestellt worden, so wird Δt durch Wahl von $R = 300$ m, $1 : n = 50$, $1 : m = 1 : 70$ ungefähr $\Delta t = 4 + 0{,}2 + 1{,}8 + 0{,}3 = 6{,}3$ Sek. betragen.

Zusammenstellung 1.

		Durchschnittliche Temperatur		tiefe Temperatur	
		Windstille Δ (Δt) in Sek.	Gegenwind Δ (Δt) in Sek.	Windstille Δ (Δt in Sek.	Gegenwind Δ (Δt) in Sek.
Ausrundungshalbmesser R.	R = 100 m	± 0	—	+ 0	—
	R = 200 m	+ 0,1	—	+ 0,4	—
	R = 300 m	+ 0,2	—	+ 0,5	—
Ablauframpenneigung 1 : n.	1 : 15	0	0	0	0
	1 : 20	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4
	1 : 25	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,5	+ 1,1
	1 : 30	+ 0,7	+ 0,9	+ 0,9	+ 1,6
	1 : 50	+ 2,0	+ 4,2	+ 4,9	—
	1 : 100	+ 8,5	—	—	—
Übergangsneigung 1 : m.	1 : ∞	0	0	0	0
	1 : 170	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,3
	1 : 70	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,5	+ 1,0
	1 : 50	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,7

Damit liegen für den freien Wagenablauf die Gesichtspunkte für die Durchbildung des Profils fest; man kommt grundsätzlich auf die teilparabolische Entwicklung des Profils. (Steilrampe mit kurzer Übergangsrampe zu der Neigung der Richtungsgleise.)

Anders liegen die Verhältnisse beim Einbau von Gleisbremsen innerhalb der Gefahrzone. Durch die Bremswirkung der Gleisbremsen wird der freie Wagenlauf unterbrochen. Es tritt aber hinter der Gleisbremse eine neue Gesetzmäfsigkeit ein und zwar je vollkommener die Bremswirkung der Gleisbremsen ist.

Den Gleisbremsen liegt der Gedanke der Zentralisierung der Bremswirkung zugrunde. Das Profil mufs also so durchgebildet werden, dafs die Gleisbremsen diese Aufgaben erfüllen können. Die Bewegung der Wagen innerhalb der hinter den Gleisbremsen liegenden Weichen ist daher unter den Gesichtspunkt zu stellen, dafs die Wagen mit der ihnen von den Gleisbremsen belassenen Energie gerade bis an ihr Laufziel laufen (Laufzielbremsung). Dadurch ist auch die Bewegung der Wagen hinter den Gleisbremsen mathematisch eindeutig festgelegt, es kommt nur noch der weitere Begriff des Laufziels, durch die Entfernung vom Ablaufpunkt ausgedrückt, hinzu.

In Abb. 16 bis 30, Taf. 20 sind die Δt der Wagen verschiedener Laufziele innerhalb der kritischen Bremseinflufszone (Ende Gleisbremse bis zur letzten Weiche) aufgetragen und zwar vom Ende der Gleisbremse aus für Profil a mit horizontaler Bremseinflufszone und horizontalen Richtungsgleisen, Profil b mit horizontaler Bremseinflufszone und mit aus praktischen Gründen leicht geneigten Richtungsgleisen, Profil c mit stark geneigter Bremseinflufszone und schwach geneigten Richtungsgleisen (parabolisches Profil). Die Δt-Linien zeigen grundsätzlich, dafs hinter den Gleisbremsen weniger die Lauffähigkeit als das Laufziel der Wagen mafsgebend ist — hinter den Gleisbremsen gibt es also ablaufdynamisch keine Gut- und Schlechtläufer, sondern Kurz- und Weitläufer — und dafs die Witterung infolgedessen auf die Leistungsfähigkeit der Ablaufberge keinen wesentlichen Einflufs hat, wenn nur sichergestellt ist, dafs die Wagen bis in die Richtungsgleise hineinlaufen. Erreichen sie infolge zu geringer Ablaufhöhe ihr Laufziel nicht, so entstehen dann lediglich Zeitverluste durch Beidrücken. Die Δt-Linien zeigen ferner, dafs die Δt bei Profil a am kleinsten, der Unterschied zwischen Profil a und b aber nicht erheblich ist, so dafs eine Gefällage der Richtungsgleise in der Neigung des geringsten Wagenwiderstands durchaus zulässig ist. Ein Ansteigen der Bremseinflufszone hinter der Gleisbremse würde die Δt verbessern,

Digitized by Google

dürfte aber aus praktischen Gründen nicht in Frage kommen. Das Profil c ist für den Einbau von Gleisbremsen wegen der grofsen Δ t Werte ungeeignet; ferner gestattet es nur für einen Teil der Wagen die Laufzielbremsung, da das Gefälle hinter den Gleisbremsen so grofs ist, dafs gute Läufer beschleunigt werden. Ein Profil c mit einem Gleisplan nach Abb. 3, Taf. 18 ist ohne Gleisbremsen leistungsfähiger als mit Gleisbremsen, wie überhaupt aus diesen Untersuchungen hervorgeht, dafs man ohne Abstimmung von Profil und Gleisplan mit Gleisbremsen mehr verderben als nützen kann.

Abb. 4 bis 9, Taf. 18 stellt die nach diesen Gesichtspunkten durchgebildete Ablaufanlage in Hamm dar. Dadurch, dafs die Gut- und Schlechtläufer mit verschiedenen Laufzeiten in den Gleisbremsen ankommen, überschneiden sich die durch ihre unterschiedlichen Laufziele bedingten Streukegel der Δt Abb. 7 bis 9. Daraus folgt, dafs die Δt-Werte hinter den Gleisbremsen auf etwa 60 m bis zum Werte 0 heruntergehen, jedenfalls nicht wesentlich ansteigen, um dann erheblich anzuwachsen. Die für Trennungsvorgänge noch in Frage kommenden letzten Weichenspitzen sollten daher nicht erheblich über 100 m hinter den Gleisbremsen liegen. In diesem Falle, das hat sich in Hamm erwiesen, dienen die Gleisbremsen zum Auseinanderziehen der Wagen in einer Zone, in der sie sich ohne die Gleisbremsen einholen würden und ermöglichen dadurch Leistungen, die ohne Gleisbremsen unmöglich sind.

In Textabb. 2, Seite 238 ist eine allgemeine Untersuchung wiedergegeben für den Fall, dafs die Wagen nicht verschieden grofse Laufwege haben zwischen 300 und 900 m (variable Laufweite), sondern, dafs sämtliche Wagen nur bis zum Anfang der Richtungsgleise laufen sollen (konstante Laufweite). Das trifft zu bei den sogenannten Gefällsbahnhöfen und wird auch bei Flachbahnhöfen mehr oder weniger dann zutreffen, wenn man dazu übergeht, im Anfang der Richtungsgleise besondere Einrichtungen (z. B. Seilzüge) zum Beidrücken der Wagen einzubauen. Die Untersuchung zeigt, dafs gerade bei dieser Anordnung die Aufgabe der Gleisbremsen, die unterschiedlichen Widerstände der Wagen abzubremsen, damit sie alle gleichweit laufen, sich in der idealsten Weise deckt mit der Aufgabe, ihre Laufzeitunterschiede auszugleichen, d. h. die Wagen, die vor der Gleisbremse schneller laufen, laufen hinter der Gleisbremse infolge ihrer stärkeren Abbremsung langsamer. Derartige Anlagen müssen also, nach den Leistungen von Hamm zu urteilen, auf Leistungen von 5 Minuten für den Zug zu bringen sein und, da die Zuführung zum Ablaufpunkt und die Weiterbewegung innerhalb der Richtungsgleise kontinuierlich erfolgen, die höchstmöglichen Leistungen erzielen.

Wenn man sich fragt, weshalb das mit den heutigen Gefällsanlagen nicht möglich ist, so gibt die Ablaufdynamik folgende Antwort: Man baue Profil und Gleisplan der Ablauframpe ablaufdynamisch richtig. Auch für Gefällsbahnhöfe gehört kein besonderer Mut dazu, Steilrampen anzuwenden, wenn man sich klar macht, dafs die besondere Gefahr der Gefällsanlage nicht innerhalb der Weichenzone liegt, sondern an ihrem Ende, dafs es also lediglich darauf ankommt, dafs die Wagen am Ende der Weichenzone langsam ankommen. Darauf hat aber die Steilrampe keinen Einflufs, sondern lediglich die Gefällhöhe zwischen dem Ablaufpunkt und dem Ende der Weichenzone und diese ist bei der Anwendung von Steilrampen nicht gröfser als bei der Anwendung von Flachrampen; im Gegenteil bieten gute Gleisbremsen in Verbindung mit etwa 120 m horizontaler Gleislage hinter den Gleisbremsen gröfsere Sicherheit als die heutige Bau- und Betriebsweise, die, hervorgegangen aus einer Anlehnung an Wagenverhältnisse, die sich mit den heutigen nicht decken (leichte Wagen mit seitlichen Wagenbremsen), dem heutigen Stand der Erkenntnis nicht mehr entspricht.

Ablaufversuche mit der Beschleunigungsanlage »Pösentrup-Heinrich« mit vier Schaltstufen.

Der für die Versuche verwendete Wagenzug bestand aus zwölf Wagen mit den verschiedensten Gewichten von 10 bis 30 t. Der Zug wurde mehrmals hintereinander zum Ablauf gebracht.

Bei dem ersten Ablauf wurde keine Beschleunigung erteilt (Stufe 0).

Das Ergebnis war folgendes:

	Zulaufgeschwindigkeit m/Sek.	Auslaufgeschwindigkeit m/Sek.	Also gegenüber 0 infolge Antriebs mehr um
Ohne Antrieb Stufe 0	0,72	1,90	—
Mit Antrieb Stufe I	0,56	2,11	+ 11 %
II	0,57	2,45	+ 29 „
III	0,59	3,23 } fast	+ 70 „
IV	0,71	3,28*) } gleich	+ 73 „

*) 3,28 m/Sek. genügt bei starkem Frost und Schnee nicht, um schlecht laufende Wagen von den Ablaufköpfen der Rangierbahnhöfe in die Verteilungsweichen zu bringen. Hierzu sind bis zu 5 m/Sek. nötig, die Leistung der Anlage ist daher zunächst noch ungenügend siehe auch Organ 1925, Heft 14).

Es erscheint auch als bedenklicher Mangel, wenn die Antriebvorrichtung bei 48 Abläufen zweimal versagt. Dies würde zu schweren Störungen des Ablaufbetriebs Anlafs geben. Mehrere Wagen (2 bis 3 mit zusammen 40 t Gewicht) erhielten wegen der zu grofsen Masse keine genügende Beschleunigung mehr, was ebenfalls als starker Mangel beim Ablauf von Wagengruppen empfunden wird In solchen Fällen ist ein Ablaufrücken mit grofsem Gefäll entschieden überlegen.

Die durchschnittlichen Laufweiten waren:

bei 0	516 m		
„ I	534 m	+ 3,5 %	gegen 0
„ II	568 m	+ 9,5 %	„ 0
„ III } „ IV }	621 m	+ 20,4 %	„ 0

Die Ablaufversuche haben ergeben, dafs mit der Beschleunigungsanlage Pösentrup-Vögele eine Lösung des Problems der Wagenbeschleunigung durch eine ortsfeste Anlage gefunden worden ist. Als besonderer Vorteil ist zu bezeichnen, dafs die Betonfundamente durch Erschütterungen nicht zerstört werden.

Obgleich sich die Leistungen noch in bescheidenen Grenzen halten, darf man wohl die Hoffnung aussprechen, dafs man auf dem besten Weg ist, eine betriebstüchtige Anlage zu schaffen, die überall da wo die Erhöhung der zu niederen Ablaufrücken auf besondere Schwierigkeiten stöfst, einem dringenden Bedürfnis abhelfen würde.

Verkehrstechn. Woche 1926, Heft 5. A. Wöhrl.

Digitized by Google

Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 21.

Der grofse praktische Wert betriebswissenschaftlicher Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste steht heute in Fachkreisen aufser Zweifel. Sie geben die Möglichkeit, die Betriebsführung und den Wirkungsgrad der baulichen Anlagen und des eingesetzten Personals genau zu beurteilen. Durch Steigerung der Leistungsfähigkeit wird es möglich, bisher unausgenutzte Reserven flüssig zu machen und die Bauausgaben zu beschränken. Trotz der beachtlichen Erfolge steckt dieser neueste Zweig der Eisenbahnbetriebswissenschaft noch in den Kinderschuhen, und es wird noch langer Zeit und angestrengter Arbeit bedürfen, ehe man das Ziel als erreicht ansehen kann, dafs sich alle »erforderlichen Arbeits- und Betriebsvorgänge nach einer strengen Gesetzmäfsigkeit abwickeln, die einen reibungslosen und wirtschaftlichen Geschäftsgang gewährleistet«.

Die vom Reichsverkehrsminister und von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft aufgestellten Richtlinien weisen klar das Ziel, das zu erreichen ist und geben auch Wege an, die beschritten werden können. Es wird nun Sache der Praxis sein, die Anregungen so zu verwerten, dafs mit einem Mindestaufwand möglichst bald dauernde Erfolge erzielt werden. Zu diesem Zwecke möchte durch nachstehende Veröffentlichung zu einem Meinungsaustausch über den Ausbau des betriebswissenschaftlichen Arbeitsgebiets angeregt werden.

Über die Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien lassen sich keine bestimmten Regeln aufstellen, und es ist zu begrüfsen, dafs die leitenden Stellen es vermieden haben, dieses jüngste Arbeitsgebiet im Eisenbahnbetriebsdienste durch Vorschriften und Anweisungen abzugrenzen und einzuengen. Fast jede betriebswissenschaftliche Untersuchung trägt ihren besonderen Charakter. Es kommt ausschliefslich auf das Geschick und die Erfahrung der Ausführenden an, ob und in welcher Zeit Erfolge erreicht werden.

I. Vorbereitung von Zeit- und Arbeitsstudien.

Zunächst ist es erforderlich, Klarheit darüber zu schaffen, wo und durch wen Arbeits- und Zeitstudien auszuführen sind.

Betriebswissenschaftliche Untersuchungen sollten nur dort vorgenommen werden, wo wirtschaftliche Vorteile — im weitesten Sinne — erreichbar erscheinen. Es ist dabei notwendig, auf einen grundlegenden Unterschied zwischen betriebswissenschaftlichen Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste und in der mechanischen Industrie hinzuweisen. Wird in einer Werkstatt durch eine Zeitaufnahme festgestellt, dafs die Bearbeitungszeit eines Gegenstandes z. B. von drei Minuten auf zwei Minuten verringert werden kann, so wird eine 50 %ige Leistungssteigerung möglich, die im allgemeinen dem Arbeitgeber und dem Arbeitnehmer einen Vorteil bringt. Ganz anders liegen die Verhältnisse in grofsen Gebieten des Eisenbahnbetriebsdienstes. Hat z. B. ein Stellwerksbeamter bisher für eine Zugeinfahrt drei Minuten Arbeitszeit aufwenden müssen und braucht er nach Verbesserung des Arbeitsganges nur noch zwei Minuten, so bringt diese Feststellung in den meisten Fällen niemandem einen Vorteil. Der Arbeitsanfall, d. h. die Zahl der in 24 Stunden einzustellenden Einfahrten, bleibt der gleiche, weil der Verkehr durch das Ergebnis der Untersuchung in keiner Weise beeinflufst wird und eine auch nur zeitweise Einziehung des Postens nicht in Frage kommt (Unfälle, Sonderzüge usw.) Dem Aufwand für die betriebswissenschaftlichen Untersuchungen stehen also in solchen Fällen keinerlei Ersparnisse gegenüber.

Anders liegen natürlich die Verhältnisse dort, wo eine Verbesserung des Arbeitsganges praktisch greifbare Ergebnisse haben kann, so z. B. auf Strecken dichtesten Verkehrs, auf mehrfach besetzten Posten, ferner im Verschubdienste, bei der Zugbildung, der Zugzerlegung usw.

Hieraus folgt, dafs betriebswissenschaftliche Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste in erster Linie dort ausgeführt werden sollten, wo regelmäfsig wiederkehrende Massenleistungen zu bewältigen sind, wo sich also Ersparnisse an Zeitaufwand bei einem einzelnen Arbeitsgange summieren, oder an Brennpunkten des Verkehrs, wo Mehrleistungen von praktischer Bedeutung sind. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dafs Arbeits- und Zeitstudien nicht auch für kleinere Dienststellen von Bedeutung sein können. Aber die Erfolge werden im Einzelfalle meist nur von geringer geldlicher Auswirkung sein, so dafs sich auch der Aufwand in den bescheidensten Grenzen halten mufs.

Die Frage, durch wen Arbeits- und Zeitstudien auszuführen sind, ist in den mafsgebenden Verfügungen bisher noch offengelassen worden. Im allgemeinen können und sollen natürlich derartige Untersuchungen nicht nur von besonders dazu bestimmten Stellen vorgenommen werden, im Gegenteil, jeder Dienststellenvorstand hat das Recht und die Pflicht, derartige Untersuchungen auszuführen, sofern er dazu in der Lage ist. Gröfsere betriebswissenschaftliche Arbeiten erfordern jedoch einen entsprechend gröfseren Aufwand an Zeit und Arbeitskräften und können kaum neben den laufenden Dienstgeschäften erledigt werden. Für derartige Aufgaben wurde im Bezirke der Reichsbahndirektion Dresden eine Gruppe für Zeit- und Arbeitsstudien im Betriebsdienste geschaffen, die neben dem Leiter aus vier Kräften, und zwar einem Betriebsbeamten, einem Betriebsingenieur und zwei Hilfskräften besteht.

Wie aus späteren Ausführungen noch hervorgehen wird, sind häufig verschiedene Betriebsvorgänge gleichzeitig und während gröfserer Zeitabschnitte laufend zu beobachten. Hierzu reichen natürlich die vier Kräfte der Zeitstudiengruppe nicht aus. Es werden dann zu den örtlichen Aufnahmen die eigentlichen »Zeitnehmer« herangezogen, die aus dem Betriebs-, Verkehrs- oder technischen Dienste ausgesucht und besonders ausgebildet wurden und von ihren Dienststellen zu gelegentlichen Zeitaufnahmen frei gegeben werden können.

Entsprechend dem auch von der Hauptverwaltung anerkannten grofsen Werte, den die Zeit- und Arbeitsstudien für die Ausübenden selbst haben, »da hierdurch der Blick aufserordentlich geschärft und auf viele Einzelheiten hingelenkt wird, die sonst unbeachtet bleiben«, wurden für Zeitnehmer in der Hauptsache solche jüngere Beamte und Beamtenanwärter in Aussicht genommen, die nach ihrer Laufbahn, ihren Leistungen und ihrem Verhalten als zukünftige Anwärter auf Vorstandsstellen wichtiger Betriebspunkte in Frage kommen. Die Auswahl aus einem gröfseren Kreise von Bewerbern wurde durch eine eingehende psychotechnische Prüfung vorgenommen. Neben einer guten Allgemeinbildung wurden hauptsächlich geschicktes Benehmen, kritischer Blick, gute Auffassungsgabe, praktischer Sinn, Sorgfalt und Schnelligkeit bei der Arbeit gefordert. Lust und Liebe für eine Betätigung auf betriebswissenschaftlichem Gebiete waren natürlich Voraussetzung. Durch die psychotechnische Prüfung wurden von 31 Bewerbern 19 als geeignet bezeichnet. Die ausgewählten Teilnehmer wurden in der praktischen Ausführung von Zeitaufnahmen ausgebildet und können nunmehr von den Betriebsdirektionen oder von der Zeitstudiengruppe zu Zeitaufnahmen herangezogen werden.

Das wichtigste Hilfsmittel für Zeitaufnahmen ist die Uhr. Es ist eine durchaus irrige Ansicht, dafs betriebswissenschaftliche Untersuchungen lediglich mit der Stoppuhr ausgeführt werden müfsten. In vielen Fällen, namentlich bei ersten Untersuchungen, genügen die auf gewöhnlichen Taschenuhren abgelesenen Zeitwerte vollkommen. Erst wenn in dem zu untersuchenden Teil-

Digitized by Google

gebiete die gröfsten Mängel bereits beseitigt sind, sollte die Feinheit der Messungen durch Verwendung von Stoppuhren gesteigert werden. Für Zeitmessungen im Betriebsdienste sollten nur Stoppuhren mit 100stel-Minutenteilung verwendet werden, um das Addieren und Subtrahieren der Zeitwerte sowie das Bilden von Mittelwerten zu erleichtern. Die meisten Stoppuhren haben den Nachteil, dafs die Minutenteilung nur bis 30 geht. Hierdurch entstehen z. B. bei Pausen über $^1/_2$ Stunde leicht Fehlerquellen. Grundsätzlich sollten nur Stoppuhren mit doppelter Schaltung (und zwar mit Druckknöpfen, nicht mit Schiebern!) verwendet werden, bei denen nach dem Stoppen sowohl ein Weiterlaufen der Zeiger als auch ein Zurückbringen in die Nullstellung möglich ist. Die für betriebswissenschaftliche Untersuchungen zweckmäfsigsten Uhren sind solche mit zwei Stoppzeigern, wobei ein Zeiger durchläuft und der zweite beim Eintreten eines bestimmten Vorganges abgestoppt werden kann. Es wird hierdurch möglich, den Eintritt eines bestimmten Ereignisses in Ruhe genau abzulesen; durch einen zweiten Druck kann dann der abgestoppte Zeiger mit dem durchlaufenden wieder vereinigt werden. Die in ähnlicher Ausführung im Handel käuflichen Uhren sind jedoch für technische Zwecke kaum brauchbar, da sie zu klein und gegen Witterungseinflüsse zu empfindlich sind (Abb. 1a).

Als Schreibunterlage dient dem Zeitnehmer ein Aufnahmebrett, das die Uhren und den Beobachtungsbogen trägt. Es wird so umgehängt, dafs es dem Zeitnehmer beide Hände zum Schreiben und Abstoppen der Uhren freiläfst. Die Uhrhalter sind so angebracht, dafs die Uhren auch bei ungünstiger Beleuchtung leicht abgelesen werden können. Schwierig ist der Schutz des Aufnahmebogens bei ungünstiger Witterung. Vorläufig ist im hiesigen Bezirke auf jedem Aufnahmebrett ein kleines Wachstuch angebracht, das — gewöhnlich zusammengerollt — bei schlechtem Wetter gestattet, den Beobachtungsbogen, wenn nicht aufgeschrieben wird, zu bedecken. Ein weiterer Versuch, die Uhren und Aufnahmebogen vor Regen zu schützen, ist der aus Abb. 1 b ersichtliche Schutzkasten aus Aluminiumblech. Zur Beleuchtung des Aufnahmebrettes dienten ursprünglich Karbidlampen. Da diese jedoch ziemlich schwer und nicht geruchfrei sind, werden z. Zt. gröfsere elektrische Lampen, die der Zeitnehmer umgehängt trägt, versuchsweise verwendet.

Die Beobachtungsbogen sollen dem Zeitnehmer die Arbeit erleichtern und ihn zwingen, alle Zeiten und Vorgänge aufzunehmen, die für die Auswertung von Bedeutung sind. Auf ihre Ausarbeitung wird die gröfste Sorgfalt verwendet.

II. Ausführung von Arbeits- und Zeitstudien.

Es wurde bereits ausgeführt, dafs reine Arbeitsstudien im Eisenbahnbetriebsdienste nicht den gleichen Wert haben können wie in der mechanischen Industrie, weil einmal der Arbeitsanfall zeitlich festgelegt ist und die einzelnen Arbeitsgänge einander nicht in gleicher Regelmäfsigkeit und unter gleichen äufseren Voraussetzungen folgen, und zum anderem, weil das reine Zeitlohnsystem nicht gestattet, auch dem Arbeitnehmer einen Vorteil von den Arbeitsstudien zu bringen. Weit wichtiger ist es daher, Arbeits- und Zeitstudien zu einer genauen Analyse der Betriebsvorgänge zu verwenden und die Untersuchungen so durchzuführen, dafs eine Prüfung der Arbeitsleistungen gewissermafsen als Nebenerfolg mit abfällt. Zunächst mufs der ganze Stand eines Betriebes durch eine allgemeine betriebswissenschaftliche Analyse auf eine gewisse Höhe gebracht werden, ehe an die Verfeinerung einzelner Arbeitsgänge durch Zeit- und Arbeitsstudien herangetreten werden sollte. Auch in der mechanischen Industrie findet heute eine Neuordnung nach dieser Richtung hin statt (Fliefsarbeit).

Eine Analyse von Betriebsvorgängen erfordert eine ungleich gröfsere Vorbereitung als die reiner Arbeitsvorgänge, da es unbedingt notwendig ist, dafs die die Aufnahme ausführenden Zeitstudienbeamten mit den Aufgaben und dem Wesen der zu untersuchenden Anlage genau vertraut sind. Je gründlicher die Einarbeitung, um so wertvoller werden die Ergebnisse sein. Es liegt auf der Hand, dafs derartige langwierige Vorarbeiten nicht nur für irgend eine Sonderaufgabe ausgenutzt werden dürfen, sondern dafs dann möglichst die ganze Anlage einer eingehenden betriebswissenschaftlichen Prüfung unterzogen werden sollte. Dies lohnt sich natürlich zunächst nur für die Hauptbetriebspunkte, für die auch die Mittel freigemacht werden können, um die kleineren baulichen Veränderungen durchzu-

Abb. 1a. Zeitaufnehmerausrüstung.

Abb. 1b. Zeitaufnehmerausrüstung mit Schutzblech.

führen, die sich durch die Arbeits- und Zeitstudien als notwendig ergeben. Ein solches Vorgehen bietet den Vorteil, dafs nicht Ergebnisse gezeitigt werden, die zwar für einen bestimmten Teilbetrieb mit geringen Kosten eine Leistungssteigerung oder eine Personalersparnis bringen, aber an anderen Stellen einen solchen Mehraufwand erfordern, dafs eine angemessene Verzinsung des benötigten Kapitals nicht mehr eintritt. Grundsätzlich sollten derartig genaue, betriebswissenschaftliche Untersuchungen jedem gröfseren Umbau vorangehen.

Z. Zt. werden im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden

Digitized by Google

die Verschiebebahnhöfe einer derartig eingehenden betriebswissenschaftlichen Prüfung unterzogen. Nach örtlichen Vorbeobachtungen in dem zu untersuchenden Teilbetrieb wird zunächst mit einem vorläufigen Beobachtungsbogen eine Probeaufnahme ausgeführt. Diese wird zeichnerisch und rechnerisch ausgewertet, sodann wird der endgültige Beobachtungsbogen für die Zeitnehmer aufgestellt. Die in Frage kommende Belegschaft des Bahnhofs sowie die Beamten- und Betriebsvertretung wird von der beabsichtigten Aufnahme, ihrem Zweck und ihrer Durchführung genau unterrichtet, um Verständnis für derartige Untersuchungen zu erwecken und um nachträgliche Einsprüche nach Möglichkeit auszuschliefsen. Betriebsaufnahmen werden grundsätzlich über 24 Stdn., wenn möglich an Tagen starken Verkehres, durchgeführt. Sie werden u. U. unter anderen äufseren Voraussetzungen (bei verschiedenen Witterungsverhältnissen, bei schwachem Verkehre oder dergl.) wiederholt, um ein möglichst einwandfreies Bild von den betrieblichen Vorgängen zu erhalten.

Die Auswertung der Aufnahme ist Sache des Büros Für die Auswertung selbst lassen sich bestimmte Richtlinien nicht aufstellen; sie mufs so durchgeführt werden, wie es für das zu untersuchende Teilgebiet gerade zweckmäfsig ist. In den meisten Fällen ist eine Aufzeichnung der Ergebnisse in verschiedenfarbiger Darstellung vorteilhaft, da hierdurch besser als durch Tabellen die inneren Zusammenhänge der verschiedenen betrieblichen Teilhandlungen erkennbar werden. Für die Beurteilung von Leistungen ist die Wahl einer angemessenen Zeiteinheit von grofsem Werte. Im allgemeinen wird z. Zt. die Leistungsfähigkeit bestimmter Teilpunkte, z. B. eines Ablaufberges, auf den 24-Stundentag als Einheit bezogen Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dafs sich die menschlichen Arbeitsleistungen und die Betriebsvorgänge im allgemeinen in einem 24 stündigen Kreislaufe wiederholen. Ein Vergleichen von Tagesleistungen ist jedoch für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nicht geeignet, weil sich z. B. schon zwischen Tag- und Nachtarbeit erhebliche Unterschiede ergeben. Es ist notwendig, auf kleinere Zeiteinheiten zuzukommen. Im hiesigen Bezirke werden aus diesem Grunde wenn möglich die Leistungen auf die Stunde als Einheit bezogen, und es wird im folgenden gezeigt werden, welche wertvollen Schlüsse Vergleiche von stündlichen Leistungen gestatten.

Eine Hauptaufgabe der Auswertung besteht in der Berechnung der Selbstkosten des untersuchten Teilbetriebes. Die hierbei auftretenden grundsätzlichen Fragen sind in nachstehendem Beispiele gestreift. Die gröfsten Schwierigkeiten für die wissenschaftliche Betriebsführung beginnen mit dem Umsetzen der theoretisch gefundenen Ergebnisse in die Praxis, woran die Zeitstudienbeamten grundzätzlich beteiligt werden sollten. Verhältnismäfsig leicht lassen sich gewöhnlich Änderungen in der Betriebsführung durchsetzen, wenn bauliche Veränderungen vorangehen. Am schwierigsten liegen die Verhältnisse dort, wo Kräfte eingespart und die bisherigen Arbeiten durch Mehrleistungen der Restbelegschaft übernommen werden müssen. In solchen Fällen mufs mit grofsem Geschick vorangegangen werden. Es zeigt sich immer wieder, dafs es nicht möglich ist, die Einführung wirtschaftlicher Arbeitsweisen von der Frage der Entlohnungsform zu trennen. Der Zeitlohn, wie er im Betriebsdienste noch vorherrschend ist, setzt den Arbeiten der wissenschaftlichen Betriebsführung eine schwer übersteigbare Schranke, weil die Möglichkeit fehlt, eine Steigerung der Arbeitsleistungen durch erhöhten Anreiz zur Arbeit zu erreichen. Wenn daher betriebswissenschaftliche Untersuchungen auf die Dauer von Erfolg sein sollen, ist es notwendig, Entlohnungsarten einzuführen, die für Mehrleistungen einen Mehrlohn gewähren und dabei den Sonderverhältnissen jedes Bahnhofes gerecht werden.

Ein auf wissenschaftlicher Grundlage umgestellter Betrieb kann nur dann auf der Höhe gehalten werden, wenn alle beteiligten Beamten im Sinne wissenschaftlicher Betriebsführung weiterarbeiten. Es ist daher unbedingt notwendig, dafs zum mindesten die Leiter der gröfseren Bahnhöfe die Grundgedanken wissenschaftlicher Betriebsführung kennen und in der Lage sind, die durch die genauen Zeit- und Arbeitsstudien geleistete Arbeit verständnisvoll weiterzuführen. Das Endziel wissenschaftlicher Betriebsführung ist — darüber sollte von Anfang an Klarheit bestehen — nur durch Erziehung der gesamten Belegschaft zu wirtschaftlichstem Arbeiten erreichbar.

III. Beispiel einer betriebswissenschaftlichen Untersuchung im Verschiebedienste.

Nachstehend soll an einem Beispiele die Durchführung und Auswertung einer betriebswissenschaftlichen Aufnahme gezeigt werden, durch die der Wirkungsgrad und die Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung sowie deren Einflufs auf den Wagenumlauf und die Ausnutzung der Einfahrgleise im Verschiebebahnhofe Dresden-Friedrichstadt festgestellt werden sollten. Die Untersuchung liegt etwa $1^1/_2$ Jahr zurück; die Ergebnisse sind zum gröfsten Teil in die Praxis umgesetzt und haben sich bewährt.

A. Beschreibung der betrieblichen Arbeiten in den Einfahrtgleisen (Zustand vor Beginn der Zeit- und Arbeitsstudien).

Der in die Einfahrtgleise eingefahrene Zug macht eine verkehrliche und eine betriebliche Behandlung durch. Durch Voruntersuchungen wurde festgestellt, dafs die verkehrlichen Arbeiten sich innerhalb der für die betrieblichen Arbeiten notwendigen Zeit ausführen lassen und einen hemmenden Einflufs auf diese und damit auch auf den Wagenumlauf nicht auszuüben brauchen.

Die betriebliche Behandlung des eingefahrenen Zuges bestand:

a) im Abkuppeln der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen,
b) in der Abfahrt der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen,
c) im Umsetzen der dringenden Spitzenwagen (Eilgut, Vieh usw.), die den Bahnhof nicht auf dem gewöhnlichen Wege über den Ablaufberg durchfahren,
d) in der Untersuchung jedes Wagens auf Beschädigungen, der Beseitigung kleinerer Schäden an Ort und Stelle oder der Zuweisung der Wagen an das Bahnbetriebswagenwerk (sog. wagentechnische Untersuchung),
e) in der Prüfung der Bremseinrichtungen und Bremsluftleitungsrohre (sog bremstechnische Prüfung), der Beseitigung kleinerer »Luftschäden« an Ort und Stelle oder der Zuweisung der Wagen an das Bahnbetriebswagenwerk,
f) in der Entkupplung der Bremsschlauchverbindungen,
g) im Einhängen der Notkupplungen für die Schleppfahrten.

Das Abkuppeln (a) und die Abfahrt (b) der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen sowie das Umsetzen der dringenden Spitzenwagen (c) übt auf die übrigen betrieblichen Arbeiten (d bis g) im allgemeinen keinen hemmenden Einflufs aus. Diese Vorgänge werden daher nachstehend nicht weiter behandelt. Ihre genaue Untersuchung ist aber wegen der hohen Kosten der Sonderbehandlung dringender Wagen für alle Verschiebebahnhöfe eine aufserordentlich wichtige Frage.

Die wagentechnische Eingangsuntersuchung (d) wurde auf dem Untersuchungsbahnhofe zusammen mit der bremstechnischen Eingangsprüfung (e) vorgenommen. Vier je drei Mann starke Arbeitskolonnen waren in der Weise eingesetzt, dafs ein Mann in der Hauptsache die bremstechnische und die anderen beiden Leute die wagentechnische Prüfung ausführten. Wenn die wagentechnische Untersuchung früher beendet war als die bremstechnische, so unterstützten die »Wagen«-meister den »Luft«-meister und umgekehrt. Die praktische Durchführung

Digitized by Google

der wagen- und bremstechnischen Untersuchungen wird im folgenden nur gestreift, die Organisation und der Wirkungsgrad der Arbeiten dagegen eingehender behandelt.

Das Entkuppeln der Luftschlauchverbindungen (f) kann erst nach Beendigung der bremstechnischen Prüfung vorgenommen werden, ist also von dieser in stärkstem Maſse abhängig. Die Notkupplungen muſsten in dem luftgebremst eingefahrenen Zugteile eingehängt werden, da die Schleppzüge ohne Luftbremsung auf den Berg gefahren und die Schleppfahrten als Fahrten auf die freie Strecke angesehen wurden.

B. Beschreibung der Zeit- und Arbeitsstudien.

Die zu erfassenden Vorgänge zerfielen in solche, die

a) sich bei jedem Zuge regelmäſsig und in gleichen Zeiten für die Einheit wiederholten (Lösen der Luftschlauchverbindungen, Einhängen der Notkupplungen),

und in solche, die

b) bei jedem Zuge verschieden waren (Sperrung des Gleises bis zur Beendigung der Einfahrt, brems- und wagentechnische Untersuchung, Umsetzen von Wagen).

Die Untersuchungen bei a) konnten auf einzelne Züge beschränkt werden. Der gleiche Vorgang wurde bei guter Arbeitsausführung bei mehreren Zügen genau aufgenommen. Aus den Einzelbeobachtungen wurden Mittelwerte — Normen — gebildet, die allgemeine Gültigkeit haben. Die Untersuchungen bei b) brachten dagegen bei jedem Zuge — je nach Zusammensetzung und Art und Umfang der gefundenen Schäden — ein anderes Bild.

Da die Untersuchungen neben der Feststellung des Einflusses der betrieblichen Arbeiten auf den Wagenumlauf und der Belegung der Einfahrgleise auch einen Überblick über die Ausnutzung der an den Einfahrzügen tätigen Mannschaften geben sollten, wurde die Analyse mittelbar in der Weise durchgeführt, daſs in einem 24stündigen Zeitraume sämtliche in den Einfahrgleisen gleichzeitig beschäftigten einzelnen Leute, Mannschaftsgruppen oder Verschubmaschinen arbeitswissenschaftlich aufgenommen wurden. Ein Bild über den Aufenthalt und die Arbeiten an den einzelnen Zügen ergab sich dann durch zeitliches Nebeneinanderreihen der einzelnen Aufnahmen, wobei natürlich darauf zu achten war, daſs alle im Zuge selbst liegenden Faktoren, die auf die betrieblichen Arbeiten von Einfluſs sind, vollständig mit erfaſst wurden. Die Aufschreibungen über die Dauer der Gleisbesetzung (Annahme des Zuges, Ende der Zugeinfahrt, Beginn und Ende der Schleppfahrt) wurden vom Fahrdienstleiter der maſsgebenden Stellerei, die übrigen Aufschreibungen durch besondere Zeitnehmer vorgenommen.

Die Einzelaufschreibungen wurden zeichnerisch aufgetragen. Auf den Abb. auf Taf. 21 ist ein achtstündiger Ausschnitt der Aufnahmen zu ersehen.

Abb. 1, Taf. 21 enthält

a) einen Gleisbesetzungsplan der 16 Einfahrgleise, in dem die gesamte Aufenthaltszeit jedes Zuges in einzelne — im Original verschiedenfarbig dargestellte — Zeitabschnitte zerlegt ist.

b) Unter dem Gleisbesetzungsplane ist der Arbeitsplan der vier technischen Untersuchungskolonnen aufgetragen.

c) Hierunter sind in ein Band alle im Gleisbesetzungsplane schwarz dargestellten Wartezeiten der Züge projiziert. Das letzte Band

d) enthält den Arbeitsplan der Kuppler.

In Abb. 2 und 3, Taf. 21 stellen die Abszissen die acht Stunden des in Abb. 1 dargestellten Teilausschnittes dar.

Als Ordinaten sind in

Abb. 2 die Stärke und Zusammensetzung und in

Abb. 3 die Aufenthaltszeiten der eingefahrenen Züge aufgetragen.

Zu 2: Die Ordinaten sind im Original wiederum verschiedenfarbig unterteilt. Von der Abszissenachse aus nach unten sind die Packwagen und die dringenden Wagen (Eilgut, Vieh usw.), die sofort nach der Einfahrt weggesetzt wurden — für eine Eingangsbehandlung also ausschieden —, aufgetragen. Um vergleichbare Zugstärken zu erhalten, sind diese Wagen oben wieder angesetzt worden.

Zu 3: Die Abb. 3, Taf. 21 enthält als Ordinaten die gleichen Zeiten und Farben wie der Gleisbesetzungsplan Abb. 1, Taf. 21. Die Ordinaten schneiden die Abszissenachse in dem Zeitpunkte, als die Einfahrt erfolgte.

C. Auswertung der Aufnahmen.

1. Zugeingang.

Der durchschnittliche stündliche Zugeingang, der in Textabb. 2 oben dargestellt ist, schwankt stark. Während in den Stunden von 12^{00} nachts bis 12^{00} mittags im Mittel stündlich 2,1 Züge einfahren, steigt diese Zahl von 12^{00} mittags bis 12^{00} nachts auf 4,3 Züge in der Stunde.

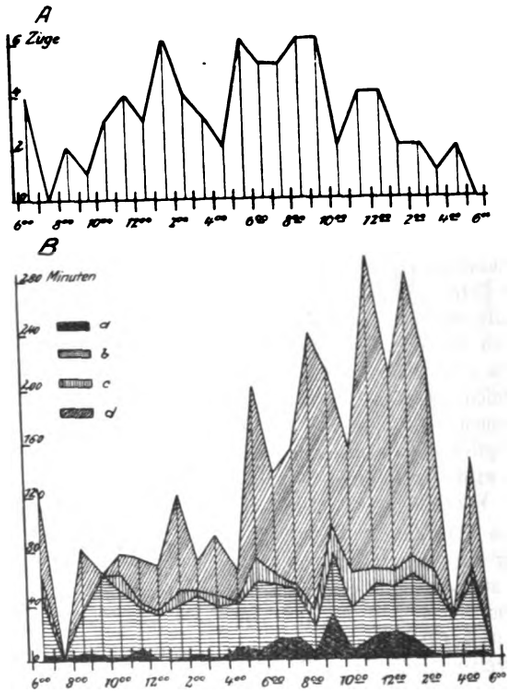


Abb. 2.
A = durchschnittlicher stündlicher Zugeingang.
B = durchschnittlicher stündlicher Aufenthalt der Züge in der Einfahrgruppe.
a = Zeit für Warten auf Behandlung.
b = Zeit für technische Untersuchung.
c = Zeit für Kupplerarbeit.
d = Zeit für Warten auf Abschleppen.

Nachstehend wird untersucht, wie sich der unregelmäſsige Zugeingang

auf die Aufenthaltsdauer der Züge in den Einfahrgleisen und

auf die Ausnutzung der Einfahrgleise

auswirkt.

Die tatsächliche Aufenthaltsdauer der Züge ist in Stundenmitteln aus Abb. 2 B zu ersehen. Sie betrug

im Gesamtdurchschnitt	155,7 Min.	= rund	$2^1/_2$ Std.
von 5^{00} morgens bis 5^{00} nachm.	71,0 »	= »	$1^1/_4$ »
» 5^{00} nachm. bis 5^{00} morgens	191,0 »	= »	$3^1/_4$ »

Die Beziehungen zwischen Zugeingang und Zugaufenthaltsdauer ergeben sich aus Abb. 2 A und 2 B. Der starke Zulauf

Digitized by Google

in der Zeit von 1^{00} bis 2^{00} mittags wirkt sich infolge schwachen Zulaufs zwischen 3^{00} und 5^{00} nachmittags auf die Aufenthaltsdauer verhältnismäfsig wenig aus. Dagegen läfst der nach 5^{00} nachmittags einsetzende, über fünf Stunden anhaltende starke Zugeingang die Aufenthaltsdauer stark emporschnellen. Erst fünf Stunden später tritt eine merkbare Abnahme der durchschnittlichen stündlichen Aufenthaltsdauer ein.

Die Gesamtaufenthaltsdauer ist in Abb. 2 B unterteilt in Zeiten für Warten auf Behandlung, technische Untersuchung, Kupplerarbeit und Warten auf Abschleppen. Die für die betriebliche Eingangsbehandlung notwendige Aufenthaltsdauer ergibt sich durch Summierung der Zeiten für technische Untersuchung und für Kupplerarbeit. Sie ist in den einzelnen Stunden ungefähr gleich, im Mittel etwa 40 Minuten.

Abb. 2 B zeigt ferner, dafs die schwarz dargestellte Wartezeit auf Behandlung sehr gering war. Sie betrug im Tagesdurchschnitt nur wenige Minuten und stieg nur in den Stunden stärksten Zulaufs vorübergehend auf 30 Minuten an. Der Hauptteil der Zugaufenthaltsdauer in den Einfahrgleisen fiel auf das Warten auf Abschleppen. Abb. 2 B läfst deutlich erkennen, wie ungünstig sich der in den Stunden von 5^{00} bis $10^{\underline{00}}$ abends stark gebündelte Zulauf in den Nachtstunden auswirkte. Während von $5^{\underline{00}}$ morgens bis 5^{00} nachmittags die Züge im Durchschnitt nur 30 Minuten abschleppbereit in der Einfahrgruppe standen, beträgt die für den Wagenumlauf verlorene Wartezeit von 5^{00} nachmittags bis $5^{\underline{00}}$ morgens 127 Minuten im Durchschnitt, mit Spitzen von über $3^1/_2$ Stunden.

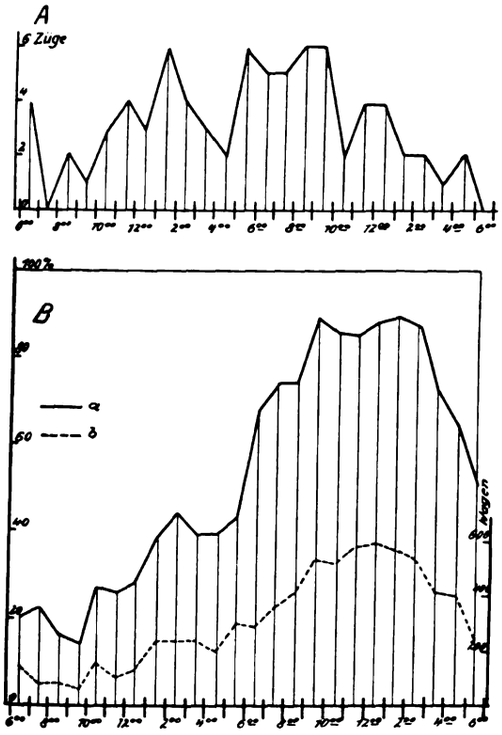


Abb. 3.
A = durchschnittlicher stündlicher Zugeingang.
B = Ausnutzung der Einfahrgruppe.
a = stündliche Besetzung der Einfahrgruppe in %.
b = Linie des Wagenbestandes in der Einfahrgruppe (aus Abb. 4).

Es ist ohne weiteres erklärlich, dafs diese hohen Wartezeiten auf Abschleppen aufserordentlich grofse Anforderungen an die Aufnahmefähigkeit der Einfahrgruppe stellen. Einen allgemeinen Überblick über die Ausnutzung der Einfahrgruppe gibt Abb. 3, auf der A wieder der stündliche Zugeingang und B der Prozentsatz der im Stundendurchschnitt besetzten Einfahrgleise aufgetragen ist. Es ist zu erkennen, dafs nur in der Zeit von $9^{\underline{00}}$ abends bis $4^{\underline{00}}$ morgens eine mehr als $80\,^0/_0$ige Ausnutzung der Einfahrgruppe vorhanden ist, während im Tagesmittel die Ausnutzung nur etwa $30\,^0/_0$ und im Gesamtmittel nur etwa $55\,^0/_0$ beträgt. Bei regelmäfsigem Zuflusse könnte die jetzt aus 16 Gleisen bestehende Einfahrgruppe mit etwa 9 Gleisen den gesamten Zulauf bewältigen. Die starke Bündelung des Zulaufes in der Zeit zwischen 5^{00} und $10^{\underline{00}}$ abends ist zum gröfsten Teil auf die mangelnde Leistungsfähigkeit der Zuflufsstrecken und der Sammelbahnhöfe zurückzuführen. Beim Vergleich der Behandlungskosten von verschiedenen Verschiebebahnhöfen, bei dem auch die Unterhaltung und Verzinsung der vorhandenen Gleisanlagen in Rechnung gestellt wird, ist vorstehende Feststellung unbedingt zu berücksichtigen. Die aus Abb. 4 in Abb. 3 übertragene Linie des stündlichen Wagenbestandes in die Einfahrgruppe zeigt den gleichen Verlauf wie die Linie, die die Besetzung der Einfahrgruppe angibt.

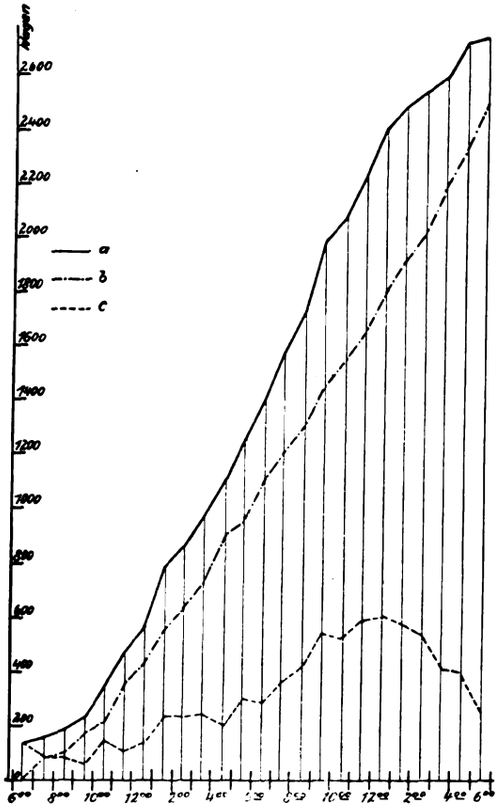


Abb. 4.
a = Wagenzulauf. b = Wagenabflufs. c = Wagenbestand.

2. Der Wagenzu- und -abflufs.

Auf Abb. 4 sind als Summenlinien die im Beobachtungszeitraum zugeflossenen (abzüglich der in der Einfahrgruppe sofort nach der Einfahrt weggesetzten) und die abgeschleppten Wagen dargestellt. Die Ordinatendifferenzen geben den Wagenbestand in den Einfahrgleisen an, der von der Abszissenachse aus nochmals aufgetragen ist. Der durchschnittliche Wagenbestand schwankte stark. Von im Mittel 100 Wagen in den Vormittagsstunden stieg er auf über 200 Wagen in den Nachmittagsstunden an, um in der Zeit von $9^{\underline{00}}$ bis $3^{\underline{00}}$ nachts mit über 500 Wagen seinen höchsten Stand zu erreichen. Die Summenlinie der abgeschleppten Wagen ist ziemlich genau eine Gerade, ein Beweis dafür, dafs die Ablaufanlage mit grofser Regelmäfsigkeit gearbeitet hat.

Digitized by Google

3. Beziehungen zwischen Wagenzulauf und Eingangsbehandlung.

In Abb. 5 B sind in der Linie a die in den einzelnen Tagesstunden zugeflossenen Wagen dargestellt; Linie b gibt an, welcher Teil der zugeflossenen Wagen durch die wagentechnische Untersuchung erfafst worden ist. Es zeigt sich, dafs im allgemeinen von einem guten Wirkungsgrade der wagentechnischen Eingangsuntersuchung (vergl. Abb. 5 A) gesprochen werden kann. Nur in der Zeit zwischen 7^{00} und 9^{00} abends sinkt der Prozentsatz der wagentechnisch untersuchten Wagen unter 80 %. Dies ist darauf zurückzuführen, dafs in dieser Zeit mehrere Züge aus den Zusatzanlagen zugeflossen sind, die gemäfs besonderer Anweisung von der allgemeinen Wagenuntersuchung befreit waren, da die einzelnen Wagen bereits bei der Einfahrt in den Bahnhof erfafst worden waren.

Für die bremstechnische Eingangsuntersuchung ist von Bedeutung, welcher Teil der zugeflossenen Wagen an

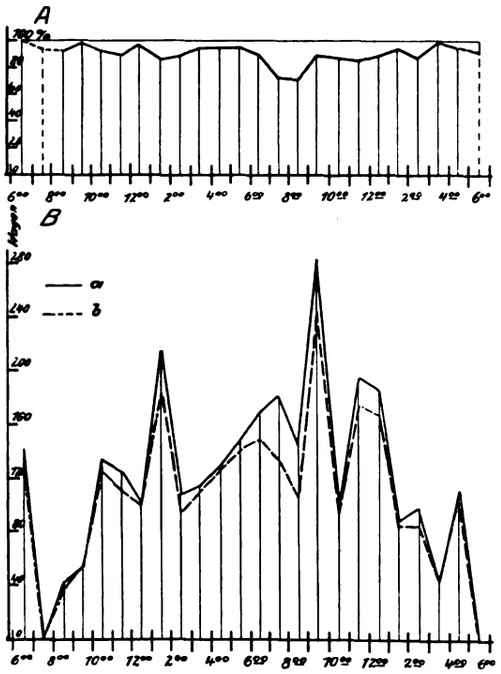


Abb. 5.
A = Prozentsatz der wagentechnisch untersuchten Wagen vom stündlichen Wageneingang.
B) a = Wageneingang in der Stunde.
b = hiervon wagentechnisch untersuchte Wagen.

die Luftleitung angeschlossen ist, also von der Eingangsuntersuchung überhaupt erfafst werden kann.

Es ergab sich, dafs am Untersuchungstage

2914 Wagen in die Einfahrgleise eingefahren waren (100 %). Von diesen waren

469 » = 16 % Fremdwagen.

2445 » = 84 % waren mit Bremsapparat oder Leitungsrohr ausgerüstet, aber nur

1434 » = 49 % waren an eine durchgehende Luftleitung angeschlossen. Von diesen wurden

104 » sofort nach der Einfahrt weggesetzt, so dafs nur

1330 » = 54 % von 2445 Wagen überhaupt bremstechnisch untersucht werden konnten. Die restlichen

1115 » = 46 % von 2445 Wagen waren nicht prüfbar. Von den 1330 Wagen wurden durch die bremstechnische Eingangsuntersuchung tatsächlich erfafst

1107 » = 45 % von 2445 Wagen. Der Rest der prüfbaren, aber nicht untersuchten Wagen entfällt auf die Züge, die sofort nach der Ankunft aus betrieblichen Gründen abgeschleppt werden mufsten.

Dieser schlechte Wirkungsgrad der bremstechnischen Eingangsuntersuchung ist auch aus Abb. 6 B zu ersehen, auf der die in den einzelnen Stunden zugeflossenen Wagen nach Fremdwagen, bremstechnisch ausgerüsteten Wagen und bremstechnisch geprüften Wagen unterteilt sind. Abb. 6 A gibt den Prozentsatz der bremstechnisch untersuchten Wagen von den bremstechnisch ausgerüsteten Wagen an. Es zeigt sich für die einzelnen Stunden des Beobachtungstages ein stark schwankender Linienverlauf, der im allgemeinen eine ungenügende Wirkung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung erkennen und die Frage nach dem Werte einer bremstechnischen Eingangsuntersuchung auf dem Untersuchungsbahnhofe ge-

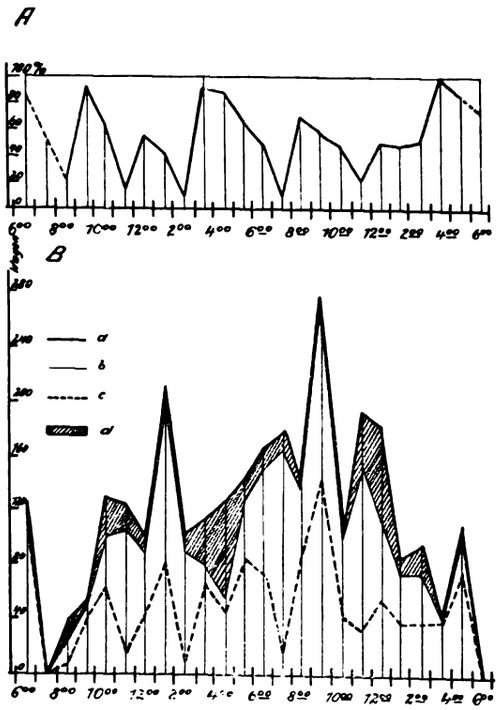


Abb. 6.
A = Prozentsatz der bremstechnisch untersuchten Wagen von den bremstechnisch ausgerüsteten Wagen.
B) a = Wageneingang in der Stunde.
b = hiervon bremstechnisch ausgerüstete Wagen.
c = hiervon bremstechnisch untersuchte Wagen.
d = Fremdwagen.

rechtfertigt erscheinen läfst. Um diese Frage überhaupt beantworten zu können, ist es zunächst notwendig, den Zweck der Eingangsuntersuchung festzustellen. Er besteht darin, zu verhindern, dafs Wagen mit Fehlern am Bremsapparat oder Leitungsrohr in die Ausfahrgleise zulaufen, was dadurch erreicht werden soll, dafs die ausgerüsteten Wagen in den Einfahrgleisen untersucht, kleinere Schäden an Ort und Stelle ausgebessert und Wagen mit gröfseren Bremsschäden dem Betriebswagenwerk oder dem Ausbesserungswerk zugeführt werden. Dieser erstrebte Endzweck wird jedoch nur unvollkommen erreicht, weil einmal nur ein Teil der ausgerüsteten Wagen erfafst wird und weil zum anderen natürlich die Schäden nicht erfafst werden können, die einem Wagen erst beim Durchlauf durch den Verschiebebahnhof zustofsen. Da nach vorstehenden Ergebnissen die Zahl der von der Eingangsuntersuchung nicht betroffenen Bremswagen ziemlich hoch ist

Digitized by Google

und erfahrungsgemäfs sehr viele Bremsschäden gerade auf den Verschiebebahnhöfen entstehen, erscheint die Zweckmäfsigkeit einer bremstechnischen Eingangsuntersuchung — wenigstens für den Beobachtungsbahnhof — zweifelhaft. Betriebliche Störungen in den Ausfahrgleisen infolge von Bremsschäden können nur dann eintreten, wenn ein Bremsschaden nicht sofort an Ort und Stelle in kürzester Zeit durch Ausbesserung oder Umschaltung auf Leitung beseitigt werden kann, oder wenn der betreffende Wagen zur Erfüllung der Bremsprozente gerade als Bremswagen gebraucht wird. Diese Fälle werden aber im allgemeinen nur selten eintreten und dürften keinesfalls für eine Beibehaltung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung sprechen. Denn nur wenn der fragliche Bremsschaden nicht erst beim Durchlauf des Verschiebebahnhofes eingetreten, sondern bereits an einem solchen Eingangswagen vorhanden gewesen wäre, den die Eingangsuntersuchung erfafst hätte, könnte von Nachteilen durch den Wegfall der Eingangsuntersuchung überhaupt gesprochen werden.

4. Die Leistungen des Personals bei der betrieblichen Eingangsbehandlung.

In Abb. 7 ist dargestellt, welche Zeiten des Dienstes vom gesamten Untersuchungspersonale in den einzelnen Stunden auf

a) Arbeit in der Einfahrgruppe,
b) Warten,
c) Aufenthalt im Dienstraum oder Arbeit auf anderen Bahnhofsteilen

entfielen.

Der Verlauf der Arbeitszeitlinie läfst deutlich erkennen, dafs die Untersuchungskolonnen mit ihren eigentlichen Aufgaben zeitweilig ganz ungenügend beschäftigt gewesen sind. Wie schwierig eine vorteilhafte Verwendung der Untersuchungskolonnen ist, geht aus Abb. 1, Taf. 21 hervor. Ein Vergleich der Bänder b und c zeigt, dafs häufig mehrere Züge nicht untersucht in den Einfahrgleisen standen, während eine oder mehrere Kolonnen unbeschäftigt waren (Zusammentreffen von schraffierten oder weifsen Streifen bei b mit schwarzen Streifen bei c). Im Mittel war jede der vier Kolonnen stündlich nur 37 Minuten mit brems- und wagentechnischen Untersuchungsarbeiten beschäftigt, bei Schwankungen von 9,5 Min. bis 54,0 Min. Auffällig sind die zum Teil bis zu 15 Min. in der Stunde betragenden Wartezeiten und Wege (weifs). Diese sind in der Hauptsache darauf zurückzuführen, dafs die in der 16 Gleise zählenden Einfahrgruppe arbeitenden Kolonnen ohne jede Verbindung mit dem Fahrdienstleiter standen. Der Dienstplan, der vorschreibt, welche Züge zu untersuchen sind, kann bei Zugverspätungen nicht eingehalten werden. Es müssen dann häufig nach längeren Wartezeiten andere Züge, als dienstplanmäfsig vorgesehen, in Arbeit genommen werden, wobei teilweise grofse Wege zurückzulegen sind, da die Einfahrgleise nicht der Reihe nach aufgefüllt und abgezogen werden können. Die fehlende Verbindung der Kolonnen mit dem Fahrdienstleiter kann auch leicht zu Unfällen führen, da es namentlich bei Nacht vorkommen kann, dafs ein Zug abgeschleppt wird, bevor die Untersuchungskolonne ihre Arbeit beendet hat. Die Zeit für schriftliche Arbeiten im Aufenthaltsraum, die am Beobachtungstage 22 % ausmachte, ist vom Standpunkte einer wissenschaftlichen Betriebsführung aus nicht vertretbar. Meldungen usw. müssen unbedingt von besonderen Kräften geschrieben werden.

Aus dem Verlaufe der Arbeitszeitlinie (Abb. 7) war zu erwarten, dafs auch die Leistungen in den verschiedenen Stunden stark schwankten.

In Abb. 8 sind die in den einzelnen Stunden wagentechnisch untersuchten Wagen aufgetragen. Ihre Zahl schwankt — entsprechend den Schwankungen im Wageneingang (vergl. Abb. 5) — von 15 bis 213 Wagen in der Stunde; im Mittel wurden stündlich $\frac{2\,605}{24} = 109$ Wagen von vier Untersuchungskolonnen oder 27 Wagen von einer Kolonne untersucht. Auf einen Wagen entfielen also im Mittel 2,2 Min. der Gesamtdienstzeit. Wichtiger als der Anteil der Gesamtdienstzeit erscheint jedoch die Feststellung der tatsächlichen Untersuchungsdauer für einen Wagen, die in der Linie c dargestellt

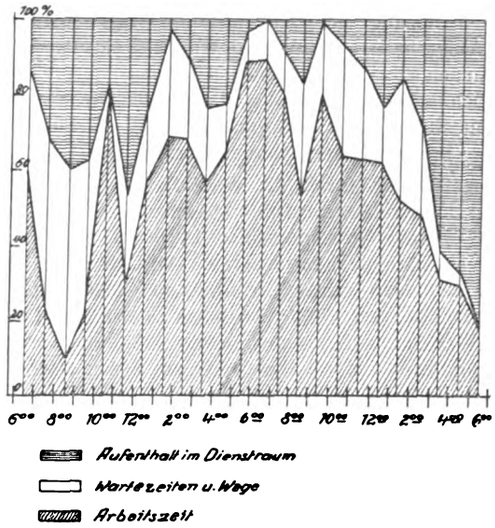


Abb. 7.

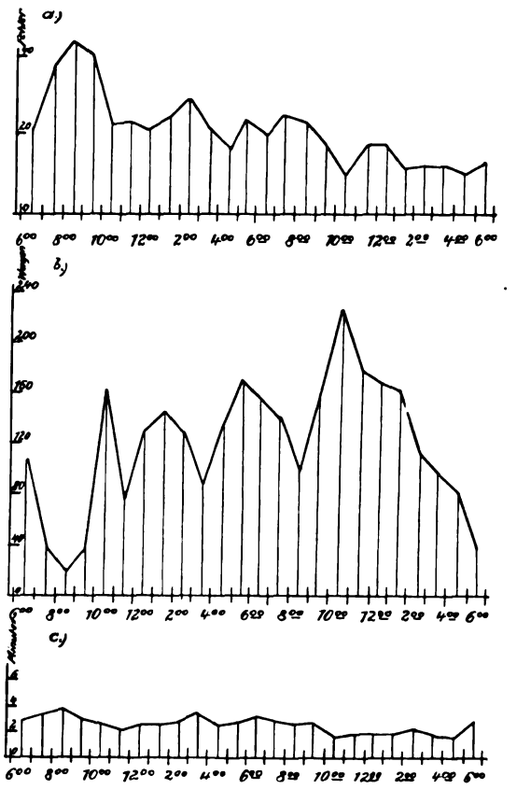


Abb. 8.

a) Anfall von wagentechnischen Fehlern in der Stunde, auf 100 Wagen bezogen.
b) Wagentechnisch untersuchte Wagen in der Stunde.
c) Untersuchungszeit für einen Wagen in Minuten.

ist. Bei Prüfung dieser Linie mufs berücksichtigt werden, dafs gewisse Unterschiede dadurch eintreten, dafs die Untersuchungskolonne die Wagen nicht nur untersucht, sondern dafs sie auch kleinere Schäden gleich an Ort und Stelle ausbessert. Die hierauf entfallenden Zeitanteile wurden durch die Zeitaufnahme

Digitized by Google

nicht mit erfafst. Im Gesamtmittel betrug die tatsächliche Behandlungsdauer für einen Wagen einschliefslich der Ausbesserung kleiner Fehler an Ort und Stelle sowie Bezettelung und Buchung 1,2 Min. Der Unterschied gegen 2,2 Min. (Anteil der Gesamtdienstzeit für einen untersuchten Wagen), also 1,0 Min., gibt den auf einen Wagen entfallenden Anteil für Arbeiten in anderen Bahnhofsteilen, für schriftliche Arbeiten im Aufenthaltsraum, Wege, Wartezeiten usw. an. Dieser betrug demnach 83 % der reinen Behandlungsdauer. Die c-Linie läfst deutlich erkennen, wie bei drängender Arbeit die Untersuchungszeit abnimmt, so dafs sogar in der Nacht bei künstlicher Beleuchtung kürzere Untersuchungszeiten auftraten als am Tage.

Der Anfall der durch die wagentechnische Untersuchung gefundenen Fehler ist aus Abb. 8, Linie a, zu ersehen. Hier zeigt sich ein grofser Unterschied zwischen Tag- und Nachtarbeit. Während im Tagesmittel bei 100 untersuchten Wagen 25 Fehler gefunden wurden, sind es im Nachtmittel nur 16. Der Unterschied von 50 % zwischen Nacht- und Tagarbeit wird dabei einmal auf das erschwerte Arbeiten bei künstlicher Beleuchtung, zum andern aber auch auf den gröfseren Arbeitsanfall und dadurch bedingtes weniger gründliches Arbeiten zurückzuführen sein.

Die Leistungen bei der bremstechnischen Wagenuntersuchung sind aus Abb. 9 zu ersehen. Im Gesamtdurchschnitt wurden $\frac{1\,248}{24} = 52$ Wagen in der Stunde untersucht. Die grofsen Schwankungen in den einzelnen Stunden hängen, wie ein Vergleich mit Abb. 6 ergibt, mit dem stark wechselnden Eingang an prüfbaren Wagen zusammen, der vollkommen unabhängig vom Gesamtwageneingang ist. Hieraus erklärt sich auch, dafs, obwohl der »Bremsmeister« mit den beiden Wagenmeistern in einer Kolonne arbeitet, die Linie der auf einen Wagen entfallenden Untersuchungszeit (Linie c in Abb. 9) einen völlig anderen Verlauf hat, als die entsprechende Linie in Abb. 8. Dies weist darauf hin, dafs es bei schwankendem Anfall an prüfbaren Wagen vorteilhaft ist, die bremstechnische Untersuchung von der wagentechnischen zu trennen. Am Beobachtungstage betrug die bremstechnische Untersuchungszeit, einschliefslich Ausbesserung kleinerer Schäden, Bezettelung und Buchung für einen Wagen im Mittel 1,9 Min. (ausschliefslich Ausbesserung usw. für einen Wagen im Mittel 1,4 Min.) Der Anfall von bremstechnischen Fehlern betrug im Durchschnitt 11 Fehler auf 100 Wagen am Tage und 10 Fehler auf 100 Wagen bei Dunkelheit. Es bestehen also nur geringe Unterschiede zwischen Tag- und Nachtarbeit, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dafs Bremsschäden sich in vielen Fällen von selbst durch das deutlich wahrnehmbare Entweichen von Prefsluft bemerkbar machen.

Abb. 9 Linie b stellt gleichzeitig den Arbeitsanfall der Kuppler dar. Da die Luftschlauchverbindungen erst nach Beendigung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung getrennt werden können, ist die Ausnutzung der Kuppler eine noch schlechtere als die der technischen Untersuchungsmannschaften, wie aus Abb. 1, Taf. 21 »Arbeitsplan der Kuppler« klar hervorgeht. Das Lösen einer »Luftverbindung« und das Einhängen einer Notkupplung dauerte einschliefslich des Weges von Wagen zu Wagen bei einem Kuppler im Mittel 0,84 Min., so dafs ein Zug mit 50 an die Luftleitung angeschlossenen Wagen erst 42 Min. nach Beendigung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung zum Abschleppen fertig war.

D. Ergebnisse.

Die vorstehend durchgeführte Analyse der betrieblichen Eingangsbehandlung hat eine klare Erkenntnis der überhaupt zu leistenden betrieblichen Arbeiten, ihrer zeitlichen Dauer und ihres Einflusses auf den Wagenumlauf, ferner einen Überblick über die Ausnutzung und die Leistungen der beteiligten Mannschaften sowie über den Wirkungsgrad der bremstechnischen Eingangsuntersuchung gebracht. Es zeigt sich, dafs bei starkem Zulaufe wegen des gleichbleibenden Abflusses nach dem Ablaufberge lange Wartezeiten auftreten, die den Wagenumlauf ungünstig beeinflussen und zahlreiche — im allgemeinen schlecht ausgenutzte — Einfahrgleise erforderlich machen.

Die wagentechnische Eingangsuntersuchung befriedigte zwar in bezug auf den Wirkungsgrad der erfafsten Wagen; es ergab sich aber eine schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte ebenso wie eine mangelhafte Leistung infolge des schwankenden Zulaufs. Besserung ist dadurch möglich,

1. dafs der Einsatz an Untersuchungskolonnen den wechselnden Anforderungen besser angepafst wird. Aus Abb. 2 ist deutlich zu erkennen, dafs die schwarzen Wartezeiten auf Behandlung in den verschiedenen Tagesstunden nur geringe Schwankungen aufweisen, ein Beweis dafür, dafs selbst in den Stunden stärksten Zugeinganges genug Kolonnen vorhanden

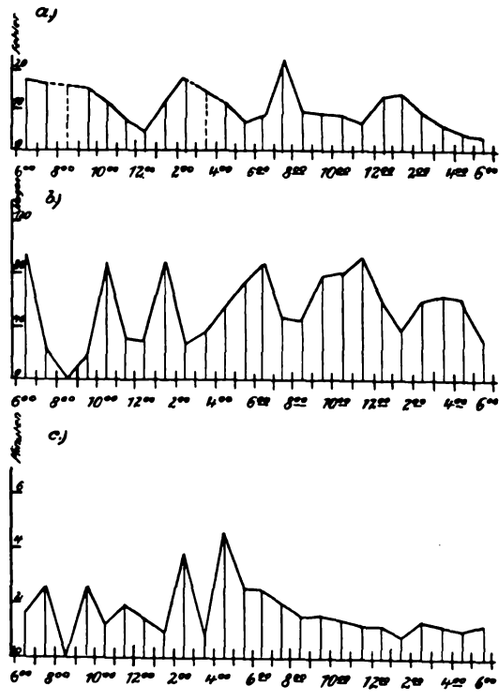


Abb. 9.
a) Anfall von bremstechnischen Fehlern in der Stunde, auf 100 Wagen bezogen.
b) Bremstechnisch untersuchte Wagen in der Stunde.
c) Untersuchungszeit für einen Wagen in Minuten.

waren, um wenige Minuten nach der Einfahrt mit der Untersuchung beginnen zu können. Bei richtiger Ausnutzung der Untersuchungsmannschaften mufsten die Zeiten — Warten auf Abschleppen — im Stundendurchschnitt etwa gleich grofs sein, während die Zeitlinie — Warten auf Behandlung — den Schwankungen im Wageneingange entsprechend verlaufen mufste.

Der Arbeitsanfall ist durch die Linie des Wagenbestandes in den Einfahrgleisen Abb. 4 gegeben. Der Einsatz an Untersuchungskolonnen hätte sich also diesem Linienverlaufe anzupassen;

2. dafs die Untersuchungskolonnen ausschliefslich Untersuchungsarbeit leisten. Die Zeit- und Arbeitsstudien ergeben, dafs ein grofser Teil der Arbeitszeit in den Einfahrgleisen durch Aufschreiben der gefundenen Fehler (für statistische Zwecke) und durch Bezettelung der Wagen verloren geht. Da die Schadwagen im Bahnhof bleiben, würde es genügen, durch Kreideanschrift des Gleises, in dem die betreffende Schadwagengruppe gesammelt wird, eine für den Ablaufberg genügende

Digitized by Google

Kennzeichnung anzubringen. Alle schriftlichen Arbeiten für statistische Zwecke usw. könnten dann in dem Sammelgleise im Zusammenhang durch einen besonderen Aufschreiber in viel kürzerer Zeit vorgenommen werden;

3. dafs die Wartezeiten und Wege nach Möglichkeit verkürzt werden. Dies könnte dadurch erreicht werden, dafs die Gleise jeder Einfahrgruppe in möglichst regelmäfsiger Reihenfolge besetzt werden. Ferner würde eine ständige Überwachung der Untersuchungskolonnen, die vollkommen selbständig arbeiteten, sowie die Anlage von Fernsprechverbindungen von verschiedenen Punkten der Einfahrgruppe zu dem Fahrdienstleiter oder dem Aufsichtsbeamten von Vorteil sein;

4. dafs die schriftlichen Arbeiten im Aufenthaltsraum entfallen, was bei dem unter 2. vorgeschlagenen Verfahren ohne weiteres möglich ist;

5. dafs die Ausführung von Ausbesserungsarbeiten jeder Art in der Einfahrgruppe eingeschränkt wird. Auch Wagen mit kleineren Schäden sollten in besonderen Gleisen ausgebessert und aus diesen auf schnellstem Wege dem Verkehre wieder zugeführt werden, was gerade auf Gefällsbahnhöfen ohne weiteres möglich ist. Die Arbeiten lassen sich in besonderen Ausbesserungsgleisen schneller und besser ausführen, weil sich z B. durch Überdachung und ausreichende Beleuchtung, durch Bereitstehen von Baustoffen, Werkzeugen, Maschinenkraft oder besonderen Apparaten günstigere Arbeitsbedingungen schaffen lassen, als in den Einfahrgleisen. Es würde dann erreicht werden, dafs die Wagenumlaufzeit der Hauptmasse der Wagen nicht mehr, wie bisher, durch die Schadwagen unnötig verzögert wird.

Die bremstechnische Eingangsuntersuchung ergab sowohl einen unzureichenden Wirkungsgrad in bezug auf die überhaupt erfafsten Wagen, als auch eine schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte bei mangelhaften Leistungen infolge schwankenden Arbeitsanfalles. Die oben für die wagentechnische Untersuchung gemachten Vorschläge haben auch für die bremstechnische Untersuchung Gültigkeit. Vorteilhaft erscheint eine vollständige Trennung von wagen- und bremstechnischer Untersuchung. Ferner wäre durch weitere Zeitaufnahmen zu prüfen, ob die in den Ausfahrgleisen verfügbare Zugfertigstellungszeit ausreicht, um eine eingehende bremstechnische Untersuchung in der Ausfahrgruppe vorzunehmen. Ist dies der Fall, so wäre es am wirtschaftlichsten, im Untersuchungsbahnhof auf die bremstechnischen Eingangsuntersuchungen ganz zu verzichten, zumal nachgewiesen ist, dafs ihr Wegfall dauernde betriebliche Nachteile kaum zur Folge haben kann.

Das ungünstigste Bild ergab sich bei den Kupplern, deren Arbeitsanfall aufserordentlichen Schwankungen unterworfen war, und die daher die am schlechtesten ausgenutzte Gruppe der bei der betrieblichen Eingangsbehandlung beschäftigten Mannschaften bildeten. Abhilfe wurde dadurch erreicht, dafs das Lösen der Luftschlauchverbindungen und das Einhängen der Notkupplungen für die Bergfahrt überhaupt unterbleibt. Nachteile können hierdurch kaum entstehen, da für den Fall von Zugtrennungen ausreichende Sicherungsmafsnahmen geschaffen wurden. Auch auf dem Ablaufberge entsteht hierdurch keine Mehrarbeit. Bisher mufsten hier die Notkupplungen wieder ausgehängt werden, während nunmehr die Luftschlauchverbindungen zwischen den Gruppen zu trennen sind, die den Bahnhof nicht geschlossen durchlaufen können.

E. Die Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung.

Unter »Kosten« werden im folgenden nur die unmittelbaren — örtlichen — betrieblichen Selbstkosten verstanden.

Die mittelbaren Selbstkosten für allgemeinen Verwaltungs- und Oberaufsichtsdienst der Bahnhofsleitung und der übergeordneten Stellen sowie die sächlichen Aufwendungen für Bahnunterhaltung, Beleuchtung, Heizung usw. wurden unberücksichtigt gelassen. Die nachstehend ermittelten Werte geben somit die Kosten an, die bei Wegfall der entsprechenden Leistungen unmittelbar als Ersparnisse anzusehen sind. Es wurde zunächst die Zahl der auf den verschiedenen Dienstposten ständig beschäftigten Leute und deren Gehaltsklasse oder Lohnstufe festgestellt. Sodann wurde auf Grund von Zeitaufnahmen ihr Anteil an den einzelnen Teilgebieten der Zugzerlegung bestimmt. Aus den Zeitanteilen und den Stundenkosten konnten die Kosten der einzelnen Arbeitsgänge ermittelt werden. Bei Mannschaften, die im Arbeiterverhältnis stehen, wurde der Stundenlohn aus dem Lohntarife entnommen; bei Gehaltsempfängern wurde er in der Weise ermittelt, dafs das monatliche Einkommen durch die Zahl der im Monatsdurchschnitt geleisteten Arbeitsstunden geteilt wurde. Die sozialen Zulagen wurden durch Anrechnung des Frauenzuschlages und der Zuschläge für zwei Kinder über zehn Jahre sowie des Ortszuschlages berücksichtigt. Ablösungen für Urlaub, Krankheiten usw. wurden dadurch in Ansatz gebracht, dafs zu dem errechneten Stundenlohne ein Zuschlag von 11 % gegeben wurde. Diese Berechnungsweise hat den Vorzug, dafs Vergleiche mit anderen Bahnhöfen auf einheitlicher Grundlage durchgeführt werden können.

Zunächst wurden die täglichen Gesamtkosten für einen Arbeitsgang, sodann aus den Gesamtkosten und der Gesamtzahl der behandelten Wagen die Behandlungskosten für einen Wagen im Tagesdurchschnitt errechnet. Wie einleitend bereits bemerkt wurde, reichen Tagesdurchschnittswerte jedoch nicht aus, um Leistungen und Aufwendungen kritisch beurteilen zu können. Dies ist erst möglich, wenn man die in einer Stunde entstehenden Kosten feststellt und mit den tatsächlichen Leistungen in dieser Stunde in Verbindung bringt, also die stündlichen Behandlungskosten eines Wagens ermittelt.

Die unmittelbaren Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung zerfallen

a) in Kosten für die wagentechnische Untersuchung,
b) in Kosten für die bremstechnische Untersuchung,
d) in Kosten für das Kuppeln der luftgebremsten Zugteile.

Die Gesamtkosten der betrieblichen Eingangsbehandlung wurden zu 361,90 R.M. ermittelt. Da am Beobachtungstage insgesamt 2810 Wagen zugelaufen sind, ergeben sich die durchschnittlichen Kosten für die gesamte betriebliche Eingangsbehandlung eines Wagens zu 0,13 R.M.

Wenn man diesen Wert prüfen will, ist es notwendig, die Einzelkosten der verschiedenen Teilhandlungen zu untersuchen.

Zu a) und b). Die gesamte technische Untersuchungsmannschaft bestand am Beobachtungstage aus 36 Mann, und zwar in jeder Schicht aus vier Kolonnen von je drei Mann.

Jede Kolonne setzte sich aus zwei Wagenmeistern und einem Bremsmeister zusammen, so dafs insgesamt 24 Mann auf die wagentechnische und 12 Mann auf die bremstechnische Eingangsuntersuchung entfallen. Hierbei sind allerdings die seltenen Fälle nicht berücksichtigt, wo die Bremsmeister die Wagenmeister unterstützten und umgekehrt.

Da die Kolonnen zu allen Stunden des Beobachtungstages in gleicher Stärke vorhanden waren, berechnen sich die stündlichen Kosten der wagentechnischen Untersuchung zu $\left(312{,}40 \cdot \frac{24}{36}\right) : 24 = 8{,}60$ R.M. und die stündlichen Kosten der bremstechnischen Untersuchung zu $\left(312{,}40 \cdot \frac{12}{36}\right) : 24 = 4{,}30$ R.M.

Die stündlichen Leistungen der wagentechnischen Untersuchungsmannschaften sind aus Abb. 8 zu ersehen. In Verbindung mit dem gleichbleibenden stündlichen Aufwande von 8,60 R.M. ergeben sich die Kosten der technischen Wagen-

Digitized by Google

untersuchung für einen Wagen an den verschiedenen Stunden des Beobachtungstages aus Linie a der Abb. 10. Diese zeigt einen aufserordentlich stark schwankenden Verlauf. Die stündlichen

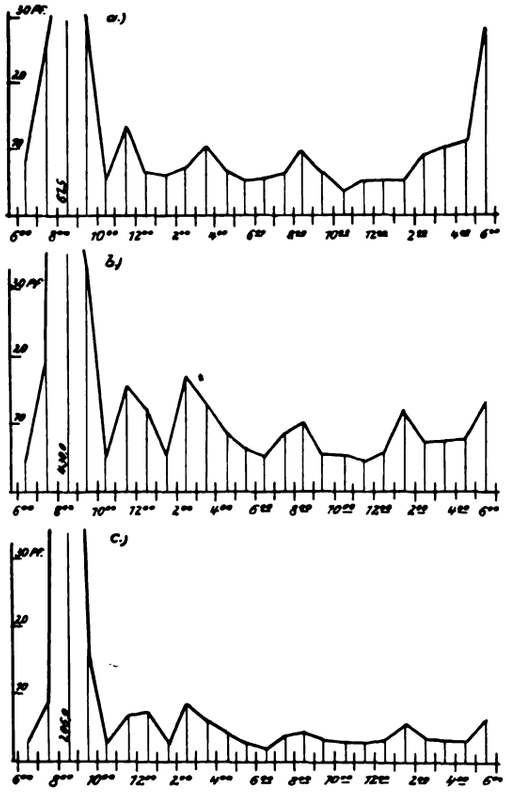


Abb. 10.
a) Kosten der wagentechnischen Untersuchung.
b) Kosten der bremstechnischen Untersuchung.
c) Kosten der Kupplerarbeiten in Pfennigen für einen Wagen.

Wagenbehandlungskosten betrugen in den Vormittagsstunden etwa siebenmal soviel als in den Mittags- und Abendstunden. Ein ähnliches ungünstiges Bild ergibt sich für die bremstechnische Untersuchung, deren stündliche Kosten für einen Wagen aus Linie b zu ersehen sind.

Beide Linien lassen erkennen, dafs es unbedingt notwendig ist, die Untersuchungsmannschaften zur Verringerung der Kosten dem wechselnden Wageneingange anzupassen.

Die Tageskosten für die Kuppler einschliefslich des Aufsichtsdienstes beliefen sich auf 49,50 R.M., so dafs — bei gleichbleibendem Personalstande — die Stundenkosten 2,06 R.M. betrugen. Da der Arbeitsanfall der Kuppler dem der bremstechnischen Untersuchungskolonne entspricht, haben die Kostenlinien c und b einen ähnlichen Verlauf.

Als Ergebnis der Untersuchung wurde vorgeschlagen, die bremstechnische Eingangsuntersuchung sowie das Aushängen der Luftschläuche und das Einhängen der Notkupplungen in den Einfahrgleisen ganz fallen zu lassen. Nimmt man an, dafs bei Verlegung der bremstechnischen Untersuchung in die Ausfahrgleise die jetzt dort tätigen Kolonnen in jeder Schicht um zwei Mann vermehrt werden müssen, so würde trotzdem noch eine tägliche Ersparnis von rund 52 R.M. — jährlich rund 15000 R.M. — eintreten. Der Wegfall der Kupplerarbeit in der Einfahrgruppe hat keine Mehrleistungen an irgend einer anderen Stelle zur Folge, so dafs der tägliche Aufwand von 40,80 R.M. voll als Ersparnis gebucht werden kann — jährliche Ersparnis rund 12000 R.M.

Vorstehende im Auszug wiedergegebene als betriebliche Analyse durchgeführte Untersuchung brachte somit in betrieblicher und auch in wirtschaftlicher Hinsicht wertvolle Ergebnisse. Die betrieblichen Erkenntnisse gaben Anregung zu weiteren Untersuchungen über die Verringerung der Wagenaufenthaltszeiten im Untersuchungsbahnhofe durch Änderungen im Fahrplan und schufen gleichzeitig wertvolle Unterlagen für die Wagenübergangspläne. In wirtschaftlicher Beziehung wurde durch Beseitigung der Kupplerarbeit und durch Wegfall einer technischen Untersuchungskolonne eine jährliche Ersparnis von 35000 M. erzielt.

Neue Verschiebeanlagen mit Gleisbremsen in Amerika.

Im Februar d. J. hat die Illinois Central-Bahn auf ihrem Verschiebebahnhof East St. Louis eine neue elektrische Gleisbrems-Anlage in Betrieb genommen, die von der Allgemeinen Eisenbahn-Signalmittel-Gesellschaft in Rochester, N.-Y., gebaut wurde. Es ist dies die zweite derartige Anlage in Amerika überhaupt und die erste, die rein elektrisch betrieben wird. Eine weitere, gleichartige Anlage baut dieselbe Bahn z. Zt. auf ihrem Südbahnhof in Chicago ein. Der Umbau der ganzen Anlage einschliefslich umfangreicher Gleiserneuerungen kostete annähernd 5 1/2 Millionen ℳ. Nach überschlägiger Schätzung sollen dafür jährlich 670000 ℳ, entsprechend etwa 27,5 % der jährlichen Betriebskosten gespart werden.

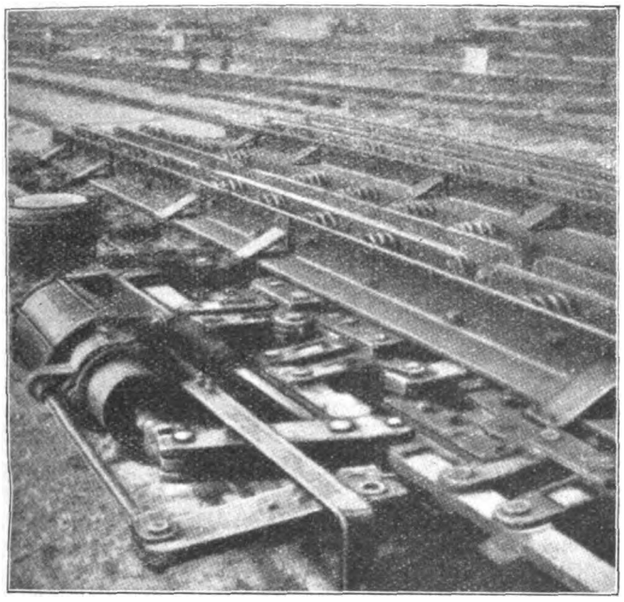
Der eigentliche Verteilungsbahnhof ist 1500 m lang und umfafst 26 Gleise, von denen 20 als Richtungsgleise dienen und etwa 2000 Wagen aufzunehmen vermögen. Das Gefälle des Ablaufrückens ist zum Ausgleich der Witterungseinflüsse hydraulisch verstellbar. Nach dem Einbau der Gleisbremsanlage (siehe Textabb.) sollen nunmehr vier Mann genügen, um die ganze Anlage von vier Stellwerkstürmen aus zu überwachen und den Ablauf der Wagen mittels der Gleisbremsen und einer Anzahl ebenfalls elektrisch betätigter Bremsschuhe so genau zu regeln, dafs keinerlei Nachbehandlung der Wagen mehr erforderlich wird, sondern diese gleich nach dem Ablauf verkuppelt werden können. Die genannten vier Leute bedienen von den vier Stellwerken aus im ganzen 53 Gleisbremsen, 27 Weichen und 26 Bremsschuhe und ersetzen damit sämtliche bisher beschäftigten Bremser, Bremsschuhleger und Weichensteller vollständig. Als Unterlage für die Bedienung der Stellwerke erhalten die Wärter Listen, auf denen für jeden zur Verteilung kommenden Zug die einzelnen Wagen der Reihe nach mit Eigentumsmerkmal und Nummer, Gewicht und Bestimmungsgleis aufgeführt sind. Nachträgliche Änderungen vermittelt eine Fernsprechanlage mit Lautsprecher. Zur Verbindung mit den Verschiebelokomotiven dienen Lichtsignale.

Die Bedienungsschalter sind in jedem Stellwerk auf einer geneigten Tafel in drei Reihen angeordnet. Die oberste Reihe setzt die Bremsschuhe auf und ab, die mittlere betätigt die Gleisbremse und die unterste die Weichen. Diejenigen Hebel, die in der Regel gemeinsam bedient werden müssen, sind dabei in Gruppen zusammengefafst. Die Stellung der Bremsschuhe ergibt sich aus der Stellung der entsprechenden Schalthebel; die Stellung der Gleisbremsen und Weichen zeigen je eine bzw. zwei besondere Signallämpchen neben den einzelnen Hebeln an. Zeigt ein Weichenschalter überhaupt kein Licht, so ist die Weiche beschädigt; entspricht das Signal nicht der Hebellage, so ist die Weiche aufgeschnitten worden. Der Wärter braucht in diesem Fall zur Wiederherstellung des ordnungsgemäfsen Zustandes nur den Schalthebel in die dem Signal entsprechende Lage zu bringen. Die Schalthebel für die Gleisbremse haben sechs Stellungen; bei je einer ist die Bremse ganz ein- oder ausgeschaltet, die übrigen vier sind Zwischenstufen mit verschiedener Bremskraft. Beim Versagen des Stroms bleibt die gerade eingestellte Bremsstellung bestehen.

Die Gleisbremse selbst besteht aus einer Anzahl aneinander gereihter Schuhe, die federnd von beiden Seiten gegen die Radreifen gepreft werden. Sie kann an einer oder auch an beiden Schienen des Gleises angeordnet werden. Die Halter für die Schuhe sind etwa 1 m lang und an den Enden miteinander zu ganzen Bremsstrecken von etwa 4,5 bis 12 m Länge — je nach Erfordernis — verbunden. Bei dieser gliederreichen Anordnung läfst sich der Bremsdruck an jeder Stelle der Bremse unabhängig von den Unregelmäfsigkeiten des Gleises ziemlich gleichmäfsig gestalten und es werden grofse Spitzendrücke an Einzelstellen vermieden, die den Wagen anheben und zum Entgleisen bringen könnten. Auch ist diese Bauart zum Einbau in

Digitized by Google

Krümmungen geeignet. Eine verschiedene Abnützung der Schuhe kann durch Nachstellen ausgeglichen werden. Der Einbau der Gleisbremse ist äufserst einfach; abgesehen von dem Bohren weniger



Löcher in den Schwellen und dem Verkürzen einiger Schwellen erfordert er keinerlei Änderungen an einer vorhandenen Gleisstrecke. Betätigt wird jede Bremse durch einen Gleichstrommotor von 230 V unter Zwischenschaltung der erforderlichen Übersetzung. Der Motor besitzt eine kräftige Bremse, die augenblicklich wirkt und elektromagnetisch ausgeschaltet bleibt, solange der Motor selbst eingeschaltet ist.

Die erwähnten Bremsschuhe sitzen etwa 15 m hinter der letzten Gleisbremse. Sie sollen nur ausnahmsweise benützt werden und werden dann mit Hilfe besonderer, kleiner Elektromotoren auf das Gleis aufgesetzt. Das Hebelwerk hierzu ist so durchgebildet, dafs es durch die den Schuh treffenden Stöfse nicht beschädigt werden kann und dafs auch der Motor vor Beschädigungen geschützt ist.

Der Kraftbedarf für die ganze Verschiebeanlage beträgt nur 50 kW. Der Gleichstrom von 230 V wird über zwei Umformer-Aggregate aus dem allgemeinen Drehstromnetz bezogen.

Eine ähnliche, jedoch mit Druckluft arbeitende Anlage (nur die Steuerung ist elektrisch) hat dieselbe Bahn auf ihrem neuen Verschiebebahnhof in Harelcrest bei Chicago ebenfalls erst in letzter Zeit in Betrieb genommen. Auch dort war der Einbau sehr einfach. Ein Netz von Druckluftleitungen wurde durch das ganze Gebiet der Ablaufanlage gelegt. Das Stellen der Weichen, die Betätigung der Gleisbremsen und das Aufsetzen der Bremsschuhe besorgen Druckluftzylinder, ähnlich den an den Fahrzeugen verwendeten Bremszylindern, unter Zwischenschaltung von Hebelübersetzungen. Die Rückstellung geschieht aber im Gegensatz zu den Fahrzeugbremsen mittels Druckluft. Die Betätigung von den fünf Stellwerkstürmen aus ist ähnlich wie bei der Anlage in East St. Louis. Auch die Gleisbremsen entsprechen abgesehen vom Druckluftantrieb den dort verwendeten.

Als Kraftquelle dient eine Druckluftanlage von 19 cbm Saugleistung in der Minute und eine Speicheranlage für die Steuerung. Über die Betriebserfahrungen auf den beiden Bahnhöfen liegen Angaben noch nicht vor. R. D.

(Railway Age 1926, 1. Halbj., Nr. 10 und 20).

Verschiebedienst mit Akkumulatorlokomotiven.

In der Zeitschrift „Elektrische Bahnen" ist ein längerer Bericht enthalten (Mai 1926) über vergleichende Versuche, die die D. R. G. im Jahre 1925 bezüglich des Verschiebedienstes mit Akkumulator- und mit Dampflokomotiven auf dem Verschiebebahnhof Grunewald durchführte.

Die Versuche sollten neben der Klärung der Frage, inwieweit Akkumulatorlokomotiven überhaupt für den Verschiebedienst geeignet sind, vor allem die Festlegung des Energieverbrauchs für den umgeschlagenen Brutto-Tonnenkilometer im Vergleich zur Dampflokomotive, sowie Unterlagen für die Bemessung der Kapazität, der Motorengröfse, der Geschwindigkeitsstufen usw. liefern.

Eine Reihe von Bahnverwaltungen hat bereits Versuche zur Bestimmung dieser Unterlagen angestellt; so die Schweizer Bundesbahnen (B B. C.-Mitteilungen 1924, Heft 10 und 1925, Heft 11), die Italienischen Staatsbahnen, die Österreichischen Bundesbahnen (E. T. Z. 1923, Heft 33 und 34).

Die Versuche der D. R. G. wurden mit einer von der A. E. G. zur Verfügung gestellten C-Akkumulatorlokomotive von 97 kW ausgeführt. Das Dienstgewicht = Reibungsgewicht war 46 t; V_{mittel} = 8 km/Std., V_{max} = 12 km/Std. Bei der Dampflokomotive: Dienstgewicht 66 t, Reibungsgewicht 50 t; V_{mittel} 60 km/Std., V_{max} 80 km/Std.; indizierte Höchstleistung 800 kW.

Die Arbeitsleistung erstreckte sich auf das Umsetzen von Wagenzügen im Stadtbahn- und Fernpersonenverkehr; ferner waren im Güterbahnhof Ortswagen zu- und abzustellen. Das Verteilen der Güterwagen erfolgte durch Abstofsen. Der Ablaufberg wurde nur selten benutzt.

Die Versuche ergaben für die elektrische Lokomotive einen Verbrauch von 26,26 Wh je Brutto-Tonnenkilometer. Für die Dampflokomotive wurde — wie es scheint, allerdings nur in angenäherter Weise — der Kohlenverbrauch für ein Brutto-Tonnenkilometer zu 0,113 kg ermittelt. Die Quelle rechnet diesen Verbrauch unter gewissen Annahmen zum Vergleich auf elektrische Energie um und findet 41,5 Wh je Brutto-Tonnenkilometer. Die Kosten wären dann entsprechend 0,0898 Pf. und 0,326 Pf. bei einem Preis von 0,44 Pf/kWh und 40 % Ladeverlust.

Die Akkumulatorlokomotive konnte infolge ihrer, im Verhältnis zur Lokomotivleistung hohen Anfahrbeschleunigung die Geschwindigkeit von 10,9 km/Std. für Leerfahrt und 7,9 km/Std. für Lastfahrt schon nach wenigen Metern Anfahrweg erreichen und so den planmäfsigen Dienst ohne Mühe durchführen. Auch die Geschwindigkeiten der Dampflokomotiven lagen ungefähr bei dieser Gröfse (mittlere Geschwindigkeit bei Leerfahrt 10,68 km/Std. und bei Lastfahrt 9,99 km/Std.) Die Ergebnisse zeigen, dafs es nicht zweckmäfsig ist, die Geschwindigkeit der elektrischen Verschiebelokomotive wegen der Länge der Bahnhöfe und der zu bewältigenden Tagesleistung sehr hoch zu bemessen. Die Geschwindigkeit ist ausreichend, wenn beim Abstofsen einer Wagengruppe von etwa 50 % des gröfsten Zuggewichtes den Fahrzeugen eine Laufgeschwindigkeit von 20 km/Std. erteilt wird. Diese Erkenntnis ist sehr wichtig für den Bau der verwendeten Elektromotoren und damit für die Wahl des Übersetzungsverhältnisses.

An beiden Lokomotiven wurden weiterhin An- und Auslaufvorgänge untersucht. Bei einer Gesamtschaltezeit von 41 Sekunden sich folgende Verluste in den Widerständen ergeben: Während des Anfahrzeitraumes 24 %, bei Fahrt bis zum Beharrungszustand 6,85 %, bei Fahrt bis zu einer Weglänge von 1000 m 2,5 %. Bei normalen Verschiebebahnhöfen mit einer mittleren Weglänge von 200 m kann man mit 3 bis 4 % Verlusten rechnen, richtige Bedienung vorausgesetzt.

Die Anfahrbeschleunigung der elektrischen Lokomotiven bei einem Zuggewicht von 602 t und einer nach 38 Sekunden erreichten Endgeschwindigkeit von 8 km/Std. war 0,059 m/sec². Die mittlere Anfahrbeschleunigung liegt allerdings tiefer, denn in den ersten fünf bis zehn Sekunden ist die Beschleunigung infolge des hohen Übersetzungsverhältnisses der Motoren gröfser als in der folgenden Zeit. Die Dampflokomotive zeigt in ihrem Verhalten das gleiche Bild. Hier liegt die mittlere Anfahrbeschleunigung auch weit unter der gröfsten tatsächlich erreichten. Praktische Bedeutung, insbesondere beim Abstofsen, hat nur der Geschwindigkeitszuwachs der ersten Sekunden.

Zuletzt wurde die elektrische Verschiebelokomotive noch am Ablaufberg verwendet, um festzustellen, welche kleinste Geschwindigkeit eingehalten werden mufs, um ein gleichmäfsiges Ablaufen zu ermöglichen. Es hat sich gezeigt, dafs für diese Zwecke die Geschwindigkeit von 3 bis 5 km/Std. noch zu hoch ist. Es mufste daher auf einer Widerstandsstufe gefahren werden, die eine Geschwindigkeit von 2 bis 3 km/Std. ergab. Dies genügte den gestellten Anforderungen, allerdings mufste der Verlust in den Widerständen in den Kauf genommen werden. Diese Verluste können vermieden werden durch richtige Wahl der Übersetzung, viermotorige Anordnung oder Batterieteilung. Es wird sich also empfehlen, bei einer Maschine, die auf dem Ablaufberg verwendet werden soll, durch geeignete Konstruktion den unteren Geschwindigkeitsbereich auf 2 bis 5 km/Std. festzusetzen.

Die Versuche ergaben weiter hohe Überlastbarkeit der Elektromotoren und hohe Ausnutzung des Reibungsgewichtes beim Anfahren. Selbstverständlich erreicht man mit Akkumulatorlokomotiven nie die Maschinenleistung einer Lokomotive mit Oberleitungsbetrieb. Das Anwendungsgebiet der Akkumulatorlokomotive beschränkt sich auf Zugkräfte bis 10 000 kg. Darüber hinaus sind Lokomotiven für gemischten Betrieb zu verwenden. Pö.

Digitized by Google

Bewährtes, Nichtbewährtes und Erhofftes für die Bewegung der Güterwagen in den Gefällbahnhöfen.

Von Reichsbahnoberrat **Wöhrl**, Nürnberg.

Es darf als genügend bekannt vorausgesetzt werden, dafs die Gefällbahnhöfe — trotz ihrer technisch sorgfältigen Durcharbeitung und Ausführung — doch noch mancherlei Nachteile aufweisen, die unter gewissen Verhältnissen wie zum Beispiel bei starkem Frost und Schnee, die Verschiebeleistungen stark herabsetzen, wenn nicht unmöglich machen. (Siehe Organ 1925, Heft 14.)

Um eine Krankheit zu heilen, mufs man sie in erster Linie kennen, wenn sie aber einmal richtig erkannt ist, so darf bei dem heutigen lebhaften Interesse, das die Fachwelt wie auch die Industrie der Verbesserung der Verschiebetechnik entgegenbringt, erwartet werden, dafs im Laufe der Zeit auch wirklich ausführbare — Wirtschaftlichkeit und praktische Brauchbarkeit in sich vereinigende — Heilmittel gefunden werden.

Zur Förderung dieser nützlichen und notwendigen Bestrebungen möchte ich im folgenden die wesentlichen Arbeitsvorgänge beim Ablauf der Güterwagen in reinen Gefällbahnhöfen im einzelnen erörtern und dabei ein Bild davon geben, was sich in der Praxis des Rangierbetriebes bisher als bewährt erwiesen hat, ferner was als nicht bewährt dringend einer Verbesserung bedürftig ist, und schliefslich, was im Interesse des wirtschaftlichen und technischen Fortschrittes des Betriebes der Gefällbahnhöfe — soweit der Ablauf der Wagen in Frage kommt — von der Zukunft erhofft wird.

I. Wenn zunächst die Anlagen, Werkzeuge und sonstigen Einrichtungen, die im Rangierbetrieb der Gefällbahnhöfe als bewährt anzusehen sind, besprochen werden, so ist in erster Linie der Gefällverhältnisse dieser Bahnhöfe zu gedenken. Es war gewifs kein Leichtes bei der ersten Anlage grofser Gefällbahnhöfe, wie zum Beispiel des Rangierbahnhofs Nürnberg, der bei einer Länge von rund 5 km 21,5 m teilweise durch Auffüllungen geschaffenes Gesamtgefäll aufweist, auf den ersten Anhieb die Gefällverhältnisse richtig zu bemessen — wenn auch Ablaufversuche im kleinen hierfür eine Grundlage geboten haben.

Der höchste und tiefste Punkt des Rangierbahnhofes Nürnberg liegt in einer Entfernung von 3,3 km, so dafs sich also hierfür ein durchschnittliches Gefäll von 1:150 ergibt.

Im einzelnen weist dieser Gefällbahnhof folgende Gefälle auf:

der Einfahrtbahnhof 1:160 im vorderen und
1:200 im hinteren Teil
(1:160 und mehr wäre auch hier günstiger, mit Rücksicht auf die in diesem Teil des Bahnhofes stattfindende Eingangsprüfung der Kunze-Knorr-Bremse und die dortigen infolge der Weichenstrafsen stark gekrümmten Gleise),
der Ablaufkopf ein solches von 1:50 und 1:80,
die Richtungs- und Stationsharfen 1:150, ab 50 m vor den Auslaufweichen 1:80,
und der Ausfahrbahnhof oben auf 150 m Länge 1:130, dann auf 200 m Länge 1:150 und schliefslich 1:200.

Diese Gefällverhältnisse haben sich in der langen Reihe von Jahren als bewährt erwiesen und zu wesentlichen Beanstandungen keinen Anlafs gegeben. Eine Ausnahme ergibt sich nur in den meist kurzen Zeiten stärkeren Frostes (unter —12° C) und starken Schneefalles. Vor allem ist zu betonen, dafs die Leistungen des Ablaufkopfes — mit der genannten Ausnahme im Winter — als voll entsprechend bezeichnet werden müssen.

Ein Güterzug von 120 Achsen wird in etwa 13 Minuten über den Ablaufkopf aufgeteilt, die einzelnen Wagen folgen sich am Ende des Ablaufkopfes im Abstand von 12 bis 13 Sekunden.

In meinem Aufsatz im Organ 1925, Heft 14 habe ich im einzelnen ausgeführt und nachgewiesen, dafs die dauernde Anwendung eines Steilrückens an Stelle des jetzigen Flachrückens zusammen mit einer modernen fernbedienten Gleisbremse (Dr. Fröhlich, Jordan, Bäseler, Feuerlein usw.) weder eine höhere Leistung erwarten läfst, noch wirtschaftlich tragbar erscheint wegen der aufserordentlich hohen Kosten solcher Bremsen in Bau und Betrieb, dafs vielmehr — ausnahmlich der wenigen starken Frost- und Schneetage — der gewöhnliche übliche Ablaufkopf vollkommen genügt und der Betrieb mit Steilrücken und Fernbremsen bisher weder eine gröfsere Leistung erreichte noch in grofsen Bahnhöfen eine wesentliche Einsparung an Auffangpersonal zuliefs — wenigstens ist in der Fachpresse der Gegenbeweis noch nicht angetreten worden.

Erwähnenswert ist hier noch das kleine, nur etwa 6 bis 8 m lange geringe Gegengefälle unmittelbar vor dem Ablaufkopf, um den vom Einfahrtbahnhof anlaufenden Zug zu »stauchen« und das Auskuppeln der einzelnen Wagen möglich zu machen.

Dieses Gegengefälle, welches nachträglich eingefügt wurde, hat sich in der Praxis als unentbehrlich erwiesen.

Auch zwischen den Richtungsharfen und den Stationsharfen ist zum gleichen Zwecke das gleiche Gegengefälle nötig und der Mangel eines solchen bietet viele Schwierigkeiten, da auch hier eine Entkuppelung der Wagen stattfindet. (Die Wagen laufen vom Einfahrtbahnhof gekuppelt dem Ablaufkopf zu, werden hier entkuppelt, in den Richtungsharfen wieder verkuppelt, vor dem Auslauf in die Stationsharfen wieder entkuppelt und schliefslich im Ausfahrtbahnhof endgültig gekuppelt).

Fehlt dieses Gegengefälle, so müssen die Wagengruppen mit Holzknüppeln gestaucht werden, um die Wagenkuppelungen aushängen zu können, was zu einem aufserordentlichen, unwirtschaftlichen Verbrauch von Holz führt.

Ein weiteres bewährtes Hilfsmittel der Verschiebetechnik der Gefällbahnhöfe bilden die Gleisbremsen mit selbsttätigem Auswerfen der Büssingschen Bremsschuhe (Abb. 1). Mit diesen Gleisbremsen ist bisher keine andere Bremse, mindestens was Einfachheit und Billigkeit anlangt, erfolgreich in Wettbewerb getreten, obwohl wie weiter unter (Teil III) ausgeführt wird, eine Verbesserung dringend erwünscht erscheint.

Der grofse Vorteil dieser Gleisbremsen liegt:

1. darin, dafs jeder Arbeiter ohne weiteres mit ihr umgehen kann, da er ihren Gebrauch — wenigstens den des Bremsschuhes — schon in der ersten Zeit seiner Beschäftigung bei der Eisenbahn sieht und kennen lernt;

2. in der beliebigen Erhöhung oder Verminderung der Bremskraft durch Wahl eines gröfseren oder geringeren Bremsweges je nach Bedarf;

3. in der Möglichkeit, selbst zwischen zwei vollständig aufeinander aufgelaufenen Wagen den hinteren wieder auf Abstand abzubremsen dadurch, dafs ein Bremsschuh an einem etwa 2 m langen Holzstiel zwischen die Wagen eingelegt wird;

4. in der Möglichkeit, an Stelle eines schadhaft gewordenen Bremschuhes sofort einen Ersatzschuh zu benützen und den Ablauf weiter zu bedienen.

Diese Gleisbremse bietet daher den Arbeitern eine grofse Bewegungsfreiheit und Sicherheit für alle möglichen unerwarteten Ablaufunregelmäfsigkeiten — sie erscheint nur mit Rücksicht auf die Unfallgefahr und den Schutz des Personals gegen die Witterungseinflüsse, dann die Gefahr und die Folgen des vorzeitigen Abfallens der Bremsschuhe verbesserungsbedürftig.

Als weiter voll bewährt sind hier die sogenannten «Auslaufweichen» zu nennen, die zuerst beim Bau des Rangierbahnhofes Nürnberg für den Auslauf aus den rund 50 Richtungsgleisen und den 2 mal 11 Stationsgleisen angewendet wurden.

Digitized by Google

Die Ausführung dieser Weichen ist aus Abb. 2 zu ersehen. Sie haben keine Zungen und können im allgemeinen nur in der Auslaufrichtung und zwar im geraden wie im krummen Strang befahren werden. Die Schnittstelle der zwei Gleise wird dadurch ohne Zunge überwunden, dafs jeweils das eine Rad auf der Schiene läuft, das andere mit dem Spurkranz auf einer Auflaufplatte auf- und fortläuft bis der Radkranz wieder regelrecht die Schiene erreicht. Wenn in Ausnahmefällen ein spitzes Befahren einer Weiche — zum Beispiel durch eine Verschiebelokomotive — notwendig wird — also entgegengesetzt der Ablaufrichtung — so kann eine feste Zunge in Form eines etwa 2 m langen Stahlkeiles eingelegt werden, um die nötige Führung zu schaffen (Abb. 3). Es leuchtet ohne weiteres ein, welche wirtschaftlichen und technischen Vorteile diese zungenlosen Weichen gegenüber beweglichen Weichen bieten.

Als weiter bewährt ist die in neuester Zeit durchgeführte Schweifsung der Stöfse des Ablaufkopfes und der Ablaufgleise zu nennen.

Das Verfahren der Aluminium-Thermit-Schweifsung darf als bekannt vorausgesetzt werden. — Es ist klar, dafs bei Wegfall der vielen meist schlecht liegenden Stöfse der Ablaufköpfe und Ablaufgleise eine erhebliche Summe von Widerständen beseitigt wird, die in ihrer fortlaufenden Summierung einen starken Einflufs auf den Ablauf der Wagen ausüben und geeignet sind, den Ablauf wesentlich zu verlangsamen und die Laufweiten der Wagen zu vermindern. Wenn man beobachtet, wie auf nicht geschweifsten Ablaufstrecken die Wagen über jedem Stofs schlagen und mehr oder minder heftige lotrechte Bewegungen ausführen, andererseits auf geschweifsten Strecken die Wagen fast geräuschlos und ohne jede Schwankung ruhig dahin rollen, so gewinnt man die Überzeugung von der aufserordentlich günstigen Wirkung der Schweifsung.

Es wird eine Aufgabe der nächsten Zeit sein, den Einflufs solcher geschweifster Gleise auf Ablaufgeschwindigkeit und Laufweite im Vergleich zu ungeschweifsten festzustellen und rechnerisch festzulegen.

Erwähnenswert sind ferner die bewährten sogenannten »Zeitverschlüsse« von Weichen, die dazu dienen, die Umstellung einer Weiche vor einer bestimmten Zeit zu verhindern. Sie finden dort Anwendung, wo der Stellwerkwärter infolge irgendwelcher Hindernisse nicht prüfen kann, ob ein ablaufender Wagen eine bestimmte Weiche schon erreicht hat, wo also eine vorzeitige Umstellung verhindert werden soll entsprechend dem Zeitabstand der Wagen.

Der vorauslaufende Wagen drückt beim Befahren des Zeitverschlusses die neben der Fahrschiene angeordnete Fühlschiene nieder, wodurch die in einem Lederbalg eingeschlossene Luft zusammengeprefst wird, so dafs sie teilweise entweicht. Die Weiche kann nun erst wieder umgestellt werden, wenn der Lederbalg die nötige Luft wieder angesaugt hat und die Fühlschiene wieder in richtiger Höhe steht.

Durch entsprechende Einregelung ist es möglich, den Verschlufs für etwa zehn bis zwölf Sekunden wirkend einzurichten, eine Zeit, die genügt, um bei dem üblichen Wagenzeitabstand die vorzeitige Umstellung einer Weiche zu verhindern.

Zuletzt, aber nicht zum wenigsten, soll der hervorragend bewährten »Winterrücken« am Ablaufkopf gedacht werden. (Abbildung siehe Organ 1925, Heft 14).

Bei der Erwägung und Prüfung der Frage, wie der schlechte Ablauf der Wagen im Winter bei Frost und Schnee und die damit zusammenhängende Verstopfung der Verschiebebahnhöfe vermieden werden kann — ob durch Erteilung einer Zusatzbeschleunigung an die einzelnen schlecht laufenden Wagen (Pösentrup-Heinrich) oder durch Beschleunigung aller Wagen und Abbremsen der zu rasch laufenden — hat bisher der Grundsatz Abbremsen zu hoher Geschwindigkeiten über den der Erteilung einer Zusatzgeschwindigkeit gesiegt, das heifst, es wurden hohe Ablaufrücken mit sehr starken Gefällen bevorzugt vor eigenen Antriebsvorrichtungen.

Diese Antriebsvorrichtungen können auch nach den bisherigen Erfahrungen und Versuchsergebnissen (siehe Verkehrstechnische Woche 1926, Heft 5, 8 und 10) kaum — sicher nicht auf grofsen Verschiebebahnhöfen — in Wettbewerb treten mit erhöhten Ablaufrücken.

Abgesehen von der beschränkten Kraftleistung der Antriebsvorrichtungen besonders bei gröfseren Wagengruppen bleibt als Hauptnachteil bestehen, dafs die Wagen bei Beginn des Ablaufes angetrieben werden sollen, also zu einem Zeitpunkt, wo noch nicht beurteilt werden kann, welche Zusatzgeschwindigkeit

Abb. 1.

den einzelnen Wagen erteilt werden mufs, was für die Praxis des Ablaufbetriebes grofse Unsicherheiten und Schwierigkeiten bietet.

Der Winterrücken im Rangierbahnhof Nürnberg ist etwa 1,50 m über den Sommerrücken erhöht angelegt und mit einem Gefälle von 1 : 36 ausgerüstet.

Die Erhöhung erfolgte schrittweise auf Grund der jeweiligen Erfahrungen während dreier Winter. Der Winterrücken hat sich bei den klimatischen Verhältnissen Nürnbergs bisher vollkommen bewährt. Die schlechtest laufenden Wagen erreichen rechtzeitig die Verteilungsweichen und ihr Endziel in den Richtungsgleisen. Der Ablaufbetrieb kann auch bei stärkstem Frost und Schnee aufrecht erhalten werden. Die Verständigung zwischen Drucklokomotive und dem Winterrücken erfolgt mittels elektrischer Huppen, die auf die ganze Zuglänge verteilt sind.

Digitized by Google

Die Wagen erreichen beim Ablauf vom Winterrücken bei stärkstem Frost noch eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 5 m/Sek. gegen 3 m/Sek. am Sommerrücken (im Sommer).

Wenn auch wegen der Gefahr von Aufstöfsen ungleich laufender Wagen bei der erhöhten Ablaufgeschwindigkeit das Personal die Zulaufgeschwindigkeit der Züge zum Ablaufkopf (Abdrückgeschwindigkeit) aus Vorsicht etwas verringert, so ist doch die Leistung eines Winterrückens durchaus genügend, um die Tagesarbeit eines Verschiebebahnhofs zu bewältigen und eine Verstopfung des Bahnhofs hintanzuhalten.

Die Frage der Gleisbremsen für solche Winterrücken ist im Organ 1925, Heft 14 eingehend behandelt. Die neueren

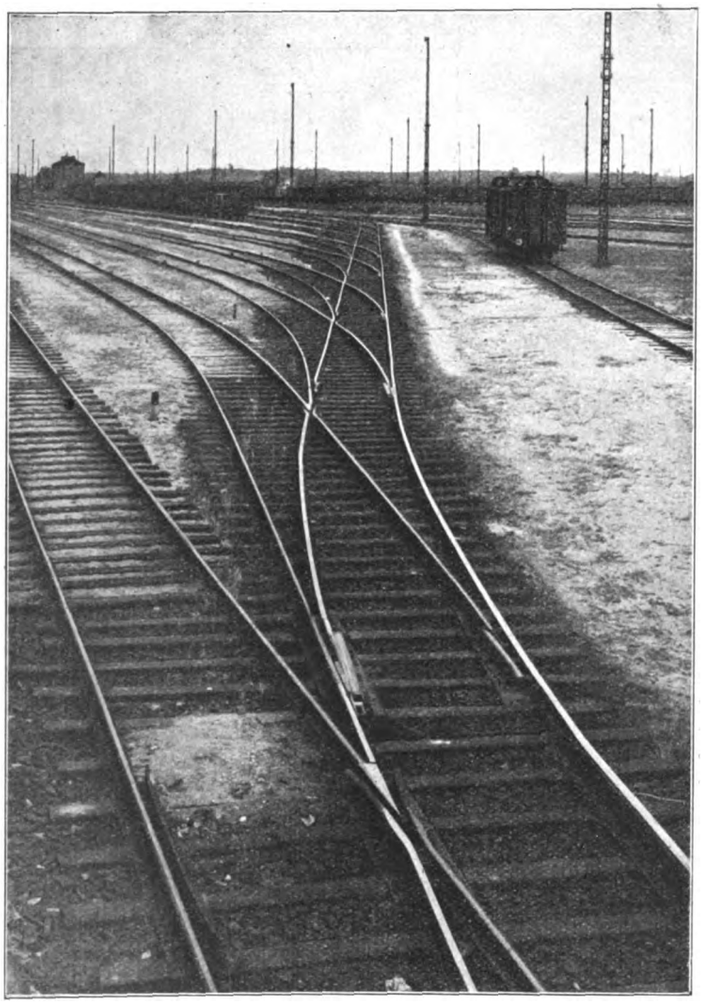


Abb. 2. Auslaufweiche mit festen Zungen. Bei der vordersten Weiche ist gezeigt, wie durch Einlegen eines Stahlkeiles die Weiche gegen die Spitze befahrbar gemacht werden kann.

fernbedienten Bremsen (Dr. Frölich, Jordan, Dr. Bäseler, Feuerlein) bedeuten zweifellos einen Fortschritt in der Bremstechnik und es wäre zu wünschen, dafs solche Bremsen bei den Winterrücken überall eingebaut würden. Bei dem heutigen Preis solcher Bremsen, der nicht unter 100 000 ℳ liegen wird, (nur die meines Wissens noch nicht erprobte Bremse Feuerlein ist mit einem Preis von 7 000 ℳ veranschlagt) erscheint es als wirtschaftlich nicht vertretbar, wegen der zwei bis drei Wochen Frostwetters, während dessen der Winterrücken in Betrieb genommen wird, so hohe Kostenbeträge unverzinst liegen zu lassen.

Aus diesen Gründen wurden auch im Rangierbahnhof Nürnberg am Winterrücken nur zwei einfache Gleisbremsen für Büssingbremsschuhe mit selbsttätigem Auswurfe hintereinander angeordnet, die sich bisher im allgemeinen bewährt haben (Abb. 3). Die zweite Bremse ist bisher noch nicht nötig geworden. Sie ist aber notwendig, wenn einmal im Sommer, wegen irgend welcher Störungen an dem Sommerrücken, der Winterrücken ausnahmsweise benützt werden müfste. Diese Gleisbremsen weisen die gleichen Mängel auf wie schon oben ausgeführt, und es erscheint mit Rücksicht auf die bei Winterrücken wesentlich erhöhte Unfallgefahr für Personal und Fahrzeuge eine Verbesserung dringend erwünscht. An dieser Stelle soll auch des »zwangläufigen Wagenablaufes« (System Bäseler) gedacht werden, der auf der Verkehrsausstellung München 1925 im Betrieb zu sehen war. Dieser elektrische Haspel fufst auf dem Gedanken des Windwerkes mit unendlichem Seil, den der jetzige Reichsbahnpräsident Dr. Heinrich (Zeitschr. des V. D. E. V. 1921/10) zuerst ausgesprochen hat. Die Einrichtung machte auf der Ausstellung einen bestechenden Eindruck und es erschiene zweifellos aufserordentlich günstig, wenn der Wagenablauf an den Ablaufköpfen und vielleicht in der Winterzeit auch in den Stationsharfen hierdurch geregelt werden könnte. Aber erst Versuche im grofsen können den Nachweis erbringen, ob solche Anlagen — soweit sie überhaupt den nötigen Raum finden — den an sie zu stellenden hohen Anforderungen gerecht zu werden vermögen.

II. Im folgenden soll im einzelnen das aufgeführt und erläutert werden, was sich im Betrieb der Gefällbahnhöfe als nicht bewährt erwiesen hat und verbesserungsfähig erscheint.

Es ist zur Genüge bekannt und bereits im Teil I erwähnt, dafs Gefällbahnhöfe bei starkem Frost (unter —10° R.) und Schnee nicht mehr in der Lage sind, ihre Aufgaben zu erfüllen*). Die Gefälle versagen, das ganze Verschiebegeschäft stockt und mufs notdürftig wie in einem Flachbahnhof mit Drucklokomotiven geleistet werden, obwohl hierfür meist die Gleise und Gleisverbindungen nicht eingerichtet sind. Hieraus ergeben sich völlig ungenügende Leistungen, die bis zu einer vollständigen Verstopfung der Bahnhöfe führen sowie zu einer Lahmlegung und Rückstauung des gesamten Güterverkehrs auf weite Strecken.

Aus dem Teil I geht bereits hervor, wie der Ablaufkopf eines Gefällbahnhofes verbessert und ergänzt werden mufs (Winterrücken) und in wirtschaftlich vertretbarer Weise auch verbessert werden kann, um den Ablaufbetrieb auch bei stärkstem Frost und Schnee zu sichern.

*) Ein grofser Teil der in den Ausführungen behandelten im Verschiebedienst auftretenden Schwierigkeiten rührt von der Verschiedenheit des Laufwiderstandes der Wagen her, der bei niedrigen Temperaturen wegen der eintretenden Zähflüssigkeit des Schmieröls in den Achsbüchsen erheblich gröfser ist als bei warmer Witterung. Das ist aber eine Frage, die erheblich in das Gebiet der Zugförderung eingreift, denn infolge der vermehrten Reibungsarbeit erhöht sich auch der Zugwiderstand im Winter, der Kohlenverbrauch nimmt zu und die Einhaltung der Fahrzeiten wird erschwert oder unmöglich gemacht. Die Eisenbahnverwaltungen begegnen diesem Übelstand bekanntlich dadurch, dafs sie im Winter ein leichtflüssigeres Schmieröl verwenden als im Sommer und dafs die Schmiervorrichtungen der Wagen vor dem Winter nachgesehen und in Ordnung gebracht werden. Dadurch wird zwar eine Besserung, aber keine Beseitigung der Mifsstände herbeigeführt. Bekannt ist, dafs bei Kugel- und Rollenlagern diese Unterschiede in den Reibungswiderständen bei verschiedenen Temperaturen entfallen; die Verwendung solcher Lager, die in den letzten Jahren im Eisenbahnwesen Eingang gefunden haben, würden also nicht nur die Zugwiderstände verringern, sondern auch den erwähnten Schwierigkeiten im Verschiebedienst begegnen.

Allerdings treten wohl wieder andere Schwierigkeiten auf: der leichtere Lauf der Wagen führt bei gegebenen Gefällen zu übergrofsen Geschwindigkeiten, unbeabsichtigtem Ingangkommen und bei der gröfseren Empfindlichkeit der Wälzlager zu Beschädigungen beim Auflaufen auf Bremsschuhe und andere zu scharf wirkende Bremsvorrichtungen. Die Schriftleitung.

Digitized by Google

Im folgenden soll aber auch erörtert werden, wie der Wagenablauf bei ähnlichen Witterungsverhältnissen auch in den Richtungs- und Stationsharfengleisen verbessert und den Schwierigkeiten im Winter abgeholfen werden kann.

Diese Frage ist bis heute ungelöst und sie ist viel schwieriger zu lösen als für den Ablaufkopf — vor allem, wenn die Grenzen der Wirtschaftlichkeit gewahrt werden sollen.

Eine Änderung der Gefälle ist hier meist nicht möglich, mindestens nicht in dem Ausmafs, dafs damit die Schwierigkeiten im Winter überwunden werden könnten — ganz abgesehen von den Unzuträglichkeiten, die sich hieraus für den Sommerbetrieb ergeben würden.

Das bisher übliche Bild ist folgendes: Die einzelnen Wagen stehen nach dem Ablauf vom Ablaufkopf im oberen Drittel der 600 bis 700 m langen Richtungsgleise, werden hier verkuppelt und sollen nun in den unteren Teil der Richtungsgleise ablaufen. Da aber der Frost den selbsttätigen Ablauf hindert, müssen ein oder mehrere Verschiebelokomotiven von oben die Wagenzüge in den unteren Teil der Richtungsgleise drücken, desgleichen im weiteren Verlauf aus den Richtungsgleisen in die Stationsgleise.

Diese Verschiebelokomotiven, die häufig die Gleise wechseln und die Weichenstrafsen der oberen Richtungsgleise benützen müssen, hindern aber ihrerseits wieder den freien Ablauf vom Ablaufkopf und die Verschiebeleistung wird infolgedessen ungenügend. Nebenbei sei erwähnt, dafs die Ablaufgleise meist mit Altmaterial gebaut sind und durch die in neuer Zeit erheblich schwereren Verschiebelokomotiven stark in Mitleidenschaft gezogen werden, so dafs ihr Unterhaltungszustand leidet.

Wie kann nun diesen Schwierigkeiten des Winterbetriebes zweckmäfsig abgeholfen werden?

Die Lösung wurde in verschiedener Weise versucht.

Die mit Seilzug durchgeführten Versuche mufsten als untauglich aufgegeben werden, da der Wirkungskreis zu klein war und durch reifsende Seile das Personal gefährdet wurde.

Mit elektrisch angetriebenen Windwerken zu arbeiten, ist bei der Länge und Menge der Richtungsgleise (in Nürnberg—Rangierbahnhof 50) unmöglich. Aufserdem sind Windwerke bei Frost und Schnee bei dem Personale mit Recht nicht gerade beliebt und bilden eine ständige Unfallgefahr.

Auch mittels Rangierbrücken, die über die sämtlichen Richtungsgleise reichen und von denen aus mit motorischem Seilzug die einzelnen Gleise bedient werden, kann die Aufgabe nicht befriedigend gelöst werden. Abgesehen von der Unfallgefahr der langen Seile und der Schwierigkeit, sie bei hohem Frost zu handhaben, scheitert der Gedanke an der Länge der Richtungsgleise und ihrer Vielzahl.

Man könnte an Antriebvorrichtungen nach dem Muster Pösentrup-Heinrich denken. Doch können solche wegen der Vielzahl der Gleise nicht in Betracht kommen, selbst wenn sie für Wagenzüge genügend leistungsfähig wären, was nicht der Fall ist.

Aufserdem ist bei all diesen Vorschlägen zu bedenken, dafs — wie schon oben erwähnt — wegen der höchstens zwei bis drei Wochen andauernden Frostzeit nicht zu hohe Beträge in diese Anlagen gesteckt werden dürfen. Demgegenüber erschiene die reine Handarbeit durch Beistellung von einigen 40 Bahnarbeitern zum Schieben der Wagen immer noch wirtschaftlicher, um so mehr, als diese Arbeiter bei Frostwetter ohnedies meist schlecht in der Bahnunterhaltung ausgenützt werden können.

Man hat sich in neuester Zeit noch am besten damit beholfen, dafs Verschiebelokomotiven von unten in die Richtungsgleise einfuhren und die Wagengruppen aus diesen herauszogen. Die Lokomotiven konnten am Ende der Richtungsgleise leicht rechtzeitig in dort vorhandene Gleisstutzen vorausfahren und so den Weg für die nachlaufenden Wagen in die Stationsharfen frei geben. Dies kann ohne jegliche Gefahr geschehen, weil die Wagengruppen nur mit geringer Geschwindigkeit nachfahren und die Lokomotiven weit vorausfahren können, wenn die Wagenzüge einmal im Lauf sind.

Dieses Verfahren ist allerdings in Gefällbahnhöfen, die wie der Nürnberger mit Auslaufweichen ausgerüstet sind, erschwert, da diese von den einfahrenden Lokomotiven spitz im geraden und krummen Strang befahren werden müssen. Dies ist aber nur mit der nötigen Vorsicht nach Einlegen der oben erwähnten Zungenkeile möglich.

Es entsteht die Frage, ob nicht besser bewegliche Zungenweichen als Auslaufweichen verwendet werden sollen, um so das Einfahren der Lokomotiven zu erleichtern und zu beschleunigen.

Dies ist zu verneinen, da:

1. die Mehrkosten für Bau und Betrieb in keinem Verhältnis zu dem kurzfristigen Bedürfnis (zwei bis drei Wochen) stehen;

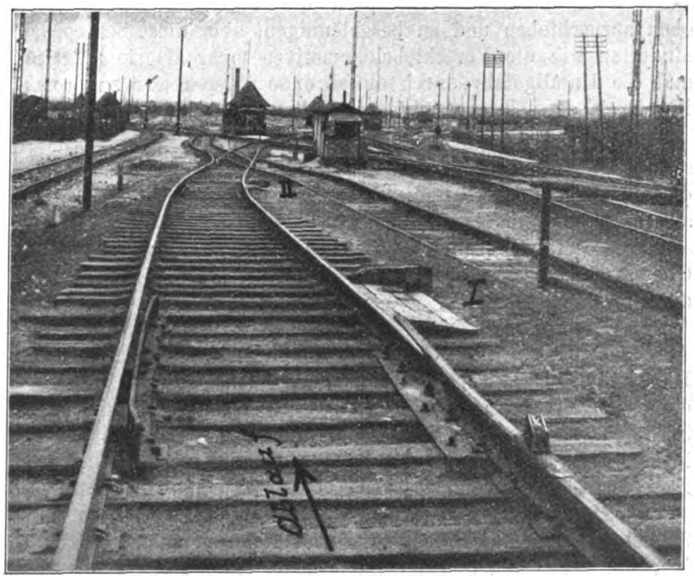


Abb. 3.

2. die Weichen das ganze Jahr über bedient werden mufsten oder wenn Federweichen verwendet würden, die nur beim Einfahren von unten umstellbar einzurichten wären, eine unwirtschaftliche viel zu rasche Abnützung sich ergeben würde.

Eine Weiche, die die ganze Zeit des Jahres in der Weise der Auslaufweichen benützt, während der drei Wochen Frost aber mit verstellbaren Zungen ausgerüstet werden kann, gibt es nicht — aufserdem sind die drei Wochen Frost von vorneherein zeitlich nicht bekannt.

Man hat auch Versuche gemacht, an Stelle der Verschiebelokomotiven elektrische Akkumulatorwagen, die auf den Schienen laufen, zum Herausholen der Wagen zu verwenden, aber sie haben sich als zu wenig leistungsfähig für die Wagengruppen der Richtungsgleise erwiesen und auch ihre Geschwindigkeit war zu beschränkt.

Man kam schliefslich zu dem Ergebnis, dafs das Herausholen der Wagen aus den Richtungsgleisen mit Verschiebelokomotiven vorläufig immer noch das sicherste, rascheste und billigste Verfahren darstellt.

Ob hierin durch wirklich brauchbare Neuerfindungen — nichtbrauchbare gibt es genug — so rasch eine Ver-

Digitized by Google

besserung und Verbilligung erzielt werden kann, erscheint recht zweifelhaft.

Ebenso schwierig wie in den Richtungsharfen gestaltet sich bei Frost die Bewegung der Wagen in den Stationsharfen. Sie unterscheiden sich von den Richtungsharfen dadurch günstig, dafs sie weniger Gleise und geringere Gleislängen aufweisen (in Nürnberg-Rangierbahnhof zwei Harfen mit je elf Gleisen von 100 bis 120 m Länge).

Man arbeitet hier häufig so, dafs die Verschiebelokomotiven, die die Richtungsgleise bedienen, auch zugleich in die Stationsgleise einfahren und auf die schlecht laufenden Wagen oder Wagengruppen aufdrücken. Hierdurch entstehen aber dieselben Schwierigkeiten wie bei dem oben erwähnten früheren Verfahren in den Richtungsgleisen (Aufdrücken von oben und Störung des Ablaufbetriebs).

Ein Arbeiten von unten ist hier überhaupt nicht möglich, da in den Stationsharfen die Wagen unten gesammelt werden und man über diese hinweg nicht zu den dahinter schlecht laufenden Wagen gelangen kann.

Man hat daher auch hier versucht, mit elektrischen frostsicheren Akkumulatorenschleppern die einzelnen Wagen von oben anzuschieben und zu beschleunigen, aber diese Schlepper hinderten wie die Verschiebelokomotiven mehr als sie nützten und die Unfallgefahr durch auffahrende Wagen war zu grofs. Der Preis eines solchen Schleppers beträgt etwa 9000 ℳ.

Es könnten also nur Schlepper in Frage kommen, die seitlich der Gleise laufen und einem Schlechtläufer rasch die nötige Zusatzgeschwindigkeit geben könnten — sie müfsten also sehr beweglich sein. Aufserdem müfsten sie in der Lage sein, die Stationsgleise zu überqueren, um an jedem beliebigen Gleis rasch eingreifen zu können. Hierdurch wird aber wiederum die Unfallgefahr erhöht.

Es ist kein Zweifel, eine Beschleunigungsvorrichtung nach Art der von Pösentrup-Vögele würde hier aufserordentlich gute Dienste leisten (zwischen Richtungs- und Stationsharfe) — auch eine Rangierbrücke etwa am Ende des oberen Drittels der Stationsharfe wäre brauchbar — aber die Kosten stehen wiederum in keinem Verhältnis zu der nur kurzen Benützung während der zwei bis drei Wochen Frost — die Anlagen wären unwirtschaftlich.

Was schliefslich den Ablauf der Wagengruppen aus den Stationsharfen in die Ausfahrtbahnhöfe anlangt, so ergeben sich hier die geringsten Schwierigkeiten, da es sich nur mehr um Wagengruppen handelt, die im allgemeinen besser laufen als einzelne Wagen, weil einzelne störrische Wagen eben von den Gutläufern mitgenommen werden. Aufserdem können die Züge leicht mit Verschiebelokomotiven von unten zusammengestellt werden. Da der Ablauf aus den Stationsharfen meist sofort erfolgt, erkalten ferner auch die Achsschenkel weniger und die Wagen laufen an sich besser.

Als Mangel in der Anlage der Gefällbahnhöfe möchte ich das Fehlen eines Gegengefälles zwischen Richtungs- und Stationsharfen bezeichnen, da hier die Wagen, wie oben erwähnt, wieder ausgekuppelt werden müssen.

Das Gegengefäll zwischen Richtungs- und Stationsharfen mufs schon bei der Anlage eines Gefällbahnhofes geschaffen werden, da eine spätere Einfügung wegen der anschliefsenden Weichen meist nicht mehr möglich ist.

Als weiterer Mangel sei die nicht genügende Durcharbeitung von Gefällbahnhöfen für den Verschiebebetrieb mit Lokomotiven im Winter erwähnt. Die Weichenanlage am Ablaufkopf zum Beispiel müfste — unbeschadet aller den Ablauf erleichternder sonstiger Anlagen wie Steilrücken usw. — so beschaffen sein, dafs sich jeweils hinter 10 bis 15 anlaufende Wagen bequem eine Drucklokomotive einschieben und die Wagen nach Bedarf über den Sommerrücken abstofsen kann. Dies ist notwendig als Reserve, wenn der Winterrücken versagt oder bei Unfällen.

Ein vollkommener Gefällbahnhof erfordert daher stets zwei Entwurfbearbeitungen — eine für reine Gefällarbeit, eine zweite für Lokomotivarbeit. Nur auf diese Weise werden Überraschungen im Winter und nach Umständen auch im Sommer vermieden bleiben können. Die entstehenden Mehrkosten sind — wenn überhaupt solche entstehen — gering im Gegensatz zum Beispiel zu einer Wasserkraftanlage, die dauernd eine kostspielige Dampfreserve benötigt und hierdurch nach Umständen zur Unwirtschaftlichkeit verurteilt wird.

Als letzten Mangel nenne ich das bisherige Verfahren des Auffangens der ablaufenden Wagen in den Richtungsgleisen.

Ein Auffänger bedient zum Beispiel in Nürnberg-Rangierbahnhof drei Richtungsgleise und bringt die einzelnen, bald rascher, bald langsamer anrollenden Wagen durch Auflegen von Bremsschuhen zum Stillstand, um sie dann auf die bereits stehenden Wagengruppen aufzuschieben und damit zu verkuppeln. Es ist hinreichend bekannt, wie viel Unfälle und Schäden hieraus entstehen durch vorzeitiges Abwerfen der Bremsschuhe und durch starke Aufstöfse. Wagen und Fracht wird beschädigt — aufserdem entstehen hier infolge der Hast und Schnelligkeit, mit der die raschfolgenden Wagen (alle 12 bis 14 Skd. ein Wagen) aufgefangen werden müssen — häufig im Laufschritt — die meisten Personalunfälle.

Wie kann nun hier eine Verbesserung der Verhältnisse erzielt werden?

In erster Linie durch gute Abbremsung der Wagen am Ablaufkopf, so dafs ein Wagen in den Richtungsgleisen möglichst dort zum Halten kommt, wo er aufgefangen werden mufs. Je geringer die aufzuwendende Auffang-(Brems)arbeit in den Richtungsgleisen ist, desto weniger Schäden und Unfälle werden entstehen. Dies ist aber leichter gefordert als ausgeführt. Die Beurteilung wie weit ein Wagen nach einer Bremsung am Ablaufkopf noch weiter in die Richtungsgleise läuft, ist aufserordentlich schwer — selbst wenn alle Wagen gleich gut liefen. Es wird also immer mit ganz erheblichen Unterschieden der anrollenden Wagen in den Richtungsgleisen gerechnet werden müssen.

Das einfachste wäre, wenn jeder Wagen eine gute Spindelbremse hätte und diese bedient werden könnte. Dies mufs aber als unmöglich von vorneherein ausscheiden, da

1. nicht alle Wagen mit solchen Bremsen ausgerüstet sind;
2. die Besetzung aller Wagen mit Bremsern als unwirtschaftlich nicht in Betracht kommen kann.

Es bliebe daher nur die Ausrüstung der einzelnen Richtungsgleise mit fernbedienbaren Bremsen oder die Ausrüstung aller Wagen mit seitlich bedienbaren Hebelbremsen, wie solche an englischen und belgischen Wagen häufig vorhanden sind.

Die Ausrüstung aller Wagen mit Hebelbremsen dürfte — abgesehen davon, dafs die Bremswirkung für schwere Wagen nicht ausreicht, und dafs auch mit den Wagen der Fremdverwaltungen gerechnet werden mufs — der Kostenfrage wegen nicht in Betracht kommen, dagegen erscheinen gut wirkende Gleisfernbremsen in den Richtungsharfen in den meisten Fällen eine Verbesserung zu ermöglichen. Es würde hierdurch auf verhältnismäfsig kurze Strecken eine Fernbremsung auf Abstand möglich werden. Da aber diese Bremsen weit oben in den Richtungsgleisen eingebaut werden müfsten, würde eine Personalmehrung die Folge sein, da die totgelaufenen Wagen doch aufgeschoben und gekuppelt werden müfsten — also auch dort Personal notwendig wird. Die Verbesserung würde also zweifellos Mehrkosten erfordern — doch ist anzunehmen, dafs dies durch die Verringerung der Schäden und Unfälle immerhin ausgeglichen würde.

Welche Bremse erscheint nun hierfür geeignet?

Hier könnte vielleicht die Vögelesche Hemmschuhgleisbremse mit Büssingbremsschuh *) fernbedienbar — wie sie auf

*) Vergl. die Ausführungen von Dr. Bäseler auf Seite 215 dieses Heftes.

Digitized by Google

der Münchener Verkehrausstellung 1925 zu sehen war — gute Dienste tun — wenngleich der Preis von 3 bis 4000 ℳ noch reichlich hoch erscheint, wenn etwa 50 Gleise mit solchen Bremsen auszurüsten sind.

Die Steuerung der Bremse kann dabei auf verschiedene Art erfolgen; entweder von Hand an der Bremse selbst, oder mittels Gestängeantriebes oder elektrischen Weichenantriebes von einem Stellwerk aus. Letztere Antriebsart ermöglicht es, dafs mehrere Bremsen von einem Punkt aus bedient werden können. Je nach der erforderlichen Bremskraft für die einzelnen Anlagen wird die Bremse in Längen von 12, 15 und 18 Metern gebaut. Die Leistungsfähigkeit der Bremsen reicht für eine durchschnittliche Tagesleistung von 500 bis 600 Wagen.

Es kann aber nur durch Versuch festgestellt werden, ob wirklich eine Besserung erzielt wird, denn es spielen hier so vielerlei Nebenumstände mit herein, dafs aus einem Einzelversuch noch lange nicht auf die Bewährung im Grofsbetrieb geschlossen werden kann. In ihrer derzeitigen Ausführung vermag die Bremse nur die Bedürfnisse eines kleinen Verschiebebahnhofes mit geringerem Wagenumschlag zu befriedigen und genügt den Anforderungen in einem grofsen Gefällbahnhof noch nicht.

Eine Verbesserung der Bremse müfste ferner nach der Richtung vorgenommen werden, dafs die Bremskraft je nach Bedarf stärker oder geringer gewählt werden und eine leichte rasche Auswechslung des abgenützten Bremsschuhes erfolgen kann.

Anregen möchte ich bei dieser Gelegenheit, einen Versuch zu machen, die Vögelesche Hemmschuhbremse in der Weise umzugestalten, dafs der Bremsschuh so mit der Fahrschiene selbst verbunden wird, dafs ein vorzeitiges Abwerfen ausgeschlossen ist, und dafs er nach dem selbsttätigen Ausrücken mechanisch rasch an jede beliebige Stelle der Bremsschiene wieder herangeholt werden kann, so dafs stets die Abbremsung nach Bedarf gewährleistet wird. Die Auswechslung verbrauchter Bremsschuhe müfste rasch erfolgen können, in der Zwischenzeit die Bremsung von Hand wie bisher möglich sein.

III. Im folgenden soll das, was der Betriebstechniker bei der weiteren Entwicklung der Verschiebetechnik wünscht und erhofft, nochmals in übersichtlicher Weise zusammengefafst werden.

1. Die bisher üblichen Gleisbremsen mit selbsttätigem Auswerfen der Bremsschuhe bedürfen mit Rücksicht auf die häufig eintretenden Unfälle von Personal und Wagen einer Verbesserung.

Gefordert mufs werden eine Leistung für 5 bis 6000 Wagen für den Tag, Schutz des Personals gegen Unfälle und Witterung durch Fernbedienung, stärkere oder schwächere Bremsung nach Bedarf, leichter Ersatz der sich rascher abnützenden Teile während des Ablaufes der Wagen in der Weise, dafs in Notfällen wie bisher mit gewöhnlichem Bremsschuh gearbeitet werden kann.

2. Für Winterrücken wird eine Gleisbremse notwendig, die die Voraussetzungen wie oben unter Ziffer 1. erfüllt, aufserdem aber auch in dem stärkeren Gefälle von 1:30 und mehr eine genügend starke Bremsung auszuüben vermag.

Die Kosten dieser Bremse müssen in einem tragbaren Verhältnis zu ihrer kurzfristigen Benützung im Winter während zwei bis drei Wochen stehen.

Es ist zu hoffen, dafs die Verbesserung der unter Ziffer 1. erwähnten Hemmschuhbremse auch eine brauchbare Lösung für den Winterrücken zeitigt.

Es müfste auch versucht werden eine Lösung zu finden, bei der durch das jeweilige Gewicht eines Wagens eine selbsttätige stärkere oder schwächere Abbremsung erzielt wird.

Es ist nicht unmöglich, dafs durch eine derartige selbsttätig wirkende Bremse — die allerdings regelbar sein müfste — das Bremspersonal grofsenteils eingespart werden kann. Ein Versuch nach dieser Richtung wäre wohl der Mühe wert.

3. Erhofft darf ferner von der Zukunft die Lösung der Frage werden, auf welche Weise im Winter bei Frost und Schnee der Wagenablauf in den Richtungs- und Stationsgleisen — vor allem in den letzteren — gesichert wird.

In Ziffer II sind bereits die verschiedenen Möglichkeiten erwähnt worden — seitliches Schieben der Wagen mit tankartigen Schleppern, Antriebsvorrichtung Pösentrup-Heinrich, Rangierbrücke im vorderen Drittel der Stationsharfen — doch bleibt hier eine wirklich brauchbare, wirtschaftlich vertretbare Lösung unbedingt offen und mufs von dem Erfindergeist der Fachleute in der Zukunft erhofft werden.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Ergänzende Bemerkungen zu dem Artikel »Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse bei den schwedischen Staatsbahnen«*).

Die Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse mittels Eisenblecheinlagen zwischen Schienenfufs und Lasche, wie sie nach den Ausführungen im Heft 12 des Organs vom Jahr 1924 S. 283 und im Heft 4 des „Organs" vom Jahre 1926 S. 67 bei den schwedischen Staatsbahnen in den letzten Jahren durchgeführt wurde, ist nicht neu. Schon im Jahre 1914 wurden im Bereiche der Reichsbahndirektion Karlsruhe mit diesem Verfahren Versuche gemacht.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen kann gesagt werden, dafs sich diese Art der Unterhaltung, bzw. Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse, welche die Ausnutzung der oft schon stark abgenutzten älteren Oberbauteile bis aufs äufserste — und zwar mit geringen Kosten an Stoff und Arbeit — zulässt, recht gut bewährt hat.

Werden die Eisenblecheinlagen auf die ganze Länge der Lasche eingeschoben, wie dies nach den Ausführungen in Heft 12 des „Organs" vom Jahre 1924 bei den schwedischen Staatsbahnen durchgeführt ist — offenbar um sie an beiden Enden aufbördeln zu können und dadurch Längsverschiebungen zu verhindern — dann steht zu befürchten, dafs bei der durchgehend gleichen Dicke der Einlagebleche die Lasche gerade an den Stellen ihrer gröfsten Abnutzung, also zunächst dem Stofs, nicht oder nur sehr mangelhaft wieder zum Anliegen an die Anlageflächen der Schienen kommen, besonders dann, wenn auch — wie dies meist der Fall ist — die Laschenkammern stark ausgeschlagen sind.

Man ist deshalb im Bereiche der Reichsbahndirektion Karlsruhe neuerdings dazu übergegangen, die Einlagebleche nur so lang zu machen, dafs sie zwischen die Klemmplatten der beiden benachbarten Stofswellen hineinpassen, wie dies die gestrichelten Linien der nebenstehenden Abb. 1 zeigen.

Zur Verhütung von Längsverschiebungen müssen die Einlagebleche so breit gehalten werden, dafs sie mit ihren beiden Enden an den Klemmplatten anstofsen. Die seitliche Verschiebung der Einlagebleche ist bei dem badischen Regeloberbau durch den winkelrecht abgebogenen unter Schienenunterkante hinabreichenden Schenkel der Lasche unmöglich. (Siehe Abb. 2.)

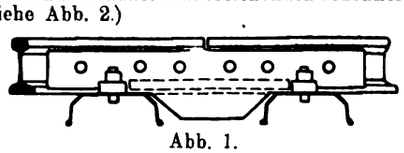


Abb. 1.

Nach diesen Grundsätzen ergaben sich für die Einlagebleche, welche je nach dem Grade der Abnützung der Laschen und Kammern $1^1/_2$, $2^1/_2$ und $3^1/_2$ mm dick gewählt wurden, folgende Längen- und Breiteabmessungen:

a) für den badischen Regeloberbau aus 140 mm hohen Schienen: 450 mm Länge und 49 mm Breite,

b) für den badischen Regeloberbau aus 129 mm hohen Schienen: 460 mm Länge und 40 mm Breite.

Das verwendete Material ist Bandeisen aus gewöhnlichem Flufseisen, wie es im Handel üblich und leicht erhältlich ist.

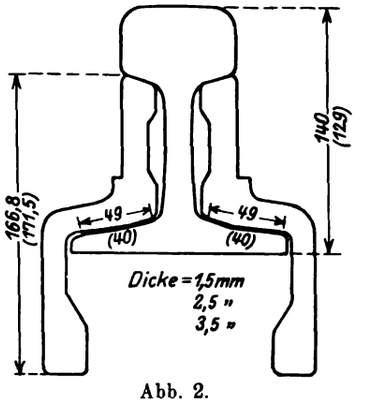


Abb. 2.

Durch den Einbau dieser Bleche wurde nicht nur eine wesentlich längere Lebensdauer der betroffenen Oberbauteile, sondern auch ein Anheben der eingeschlagenen Stöfse und damit ein ruhigerer Lauf der Fahrzeuge erzielt.

Ls.

*) Heft 4 des „Organs" vom 28. Februar 1926.

Digitized by Google

Ein Vorschlag zur Ausbildung der ersten Verteilungsweiche in Verschiebebahnhöfen.

Von Reichsbahnrat **Wagner**, Dresden.

Bei einem gut angelegten Verschiebebahnhof wird stets der Hauptablauf der schwächste Punkt sein, der für die Leistungsfähigkeit des ganzen Bahnhofs maſsgebend ist. Er ist der eigentliche Engpaſs, an den sich die aufnahmefähige Vorflut der Richtungs-, Stations-, Ausfahr- und Streckengleise anschlieſst. Man wird die Leistungsfähigkeit der Bahnhofsanlagen vor dem Hauptablauf, die den Strom der Wagen zuführen, steigern können und man wird ebenso die Anlagen hinter dem Hauptablauf, die den Wagenstrom aufsaugen und ableiten, in ihrer Leistungsfähigkeit heben können, aber beim Ablaufberg, bei dem die Verteilung der Wagen einzig und allein während des freien Ablaufs erfolgt, sind wir an einer Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt, deren Überschreitung mit unsern heutigen Mitteln nicht möglich ist. Die Theorie veranschlagt die Leistungsgrenze bei Verwendung eines mechanisierten, in der Hauptsache aber noch freien Ablaufes mit fernbedienten Gleisbremsen oder Beschleunigungsantrieben und unter der Voraussetzung einer nach den Regeln der Dynamik berechneten Ablaufanlage auf 7000 bis 8000 Wagen am Tag. Die Praxis hat es — allerdings ohne mechanische Einrichtungen und dynamisch günstige Ablaufberge — auf Spitzenleistungen bis 5000 Wagen gebracht.

Die obere Grenze wird durch die Bauart und Bedienungsweise der Verteilungsweichen gezogen. Man verwendete bisher für die Verteilungsweichen der Ablaufberge durchweg Weichen normaler Bauart. Man war dazu gezwungen, denn alle Weichen wurden mit gröſseren Geschwindigkeiten und von frei ablaufenden, der Gewalt der Rangierer entzogenen Wagen befahren. Aus Gründen der Betriebssicherheit und mittelbar zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die bei öfteren Entgleisungen stark sinken würde, konnte man nicht wagen, von der Normalbauweise abzugehen und etwa zu versuchen, durch kurze Zungen und geringe Aufschlagweite ein schnelleres Umstellen der Weichen zu erzielen. Als Zeit, die zum Umstellen einer Weiche von Hand (Stellwerk) zwischen zwei ablaufenden Wagen nötig ist, rechnet man heute noch den Wert von 4 Sekunden, den Dr.-Ing. Amman bei praktischen Versuchen auf verschiedenen Verschiebebahnhöfen ermittelte und den er in seiner Doktordissertation 1911 veröffentlichte. Die 4 Sekunden sind als Pufferabstandszeit gerechnet. Sie setzen sich zusammen aus 1,5 Sekunde für das eigentliche Umstellen der Weiche und aus 2,5 Sekunden für Beobachtung, Überlegung, Entschluſsfassung und Sicherheitszuschläge. In Wirklichkeit sind die Sicherheitszuschläge noch gröſser, da für das Umstellen der Zungen nicht der Pufferabstand, sondern der Abstand Hinterachse des ersten Wagens bis Vorderachse des zweiten Wagens maſsgebend ist. Die Vernachlässigung dieser Strecken entspricht je nach der Neigung der Ablauframpe und der hiernach erreichten Wagengeschwindigkeit einem weiteren nicht unerheblichen Sicherheitszuschlag. Amman rechnet hierfür eine Sekunde.

Die ungünstigste Verteilungsweiche ist selbstverständlich die vorderste Weiche. Diese Weiche muſs von sämtlichen Wagen in freiem Ablauf durchfahren werden. Bunt, wie sie von der Strecke kommen, folgen sich bei der jetzt üblichen Bau- und Betriebsweise die Wagen, beladene und unbeladene, offene und gedeckte Wagen. Infolge der verschiedenen Laufwiderstände treffen sie schon an der ersten Weiche mit verschiedener Geschwindigkeit und in verschiedenen Abständen ein. Wind und Wetter sorgen für weiteren Wechsel in den Ablaufverhältnissen. So werden an die Beobachtungsgabe und Entschluſsfassung des Weichenwärters groſse Anforderungen gestellt, denen er gerecht werden muſs unter dem dauernden drückenden Bewuſstsein, daſs jedes Versehen in der Weichenstellung mindestens zu beträchtlichem Zeitverlust führt, sei es im günstigerem Falle bei Fehlläufen durch erneutes Ausrangieren, sei es bei Betriebsunfällen durch langwierige Gleissperrung. Hier Wandel zu schaffen ist schon seit langem das Ziel der Ablauffachleute. Soweit sie überhaupt beim freien Ablauf geblieben sind, gehen ihre Bestrebungen dahin, möglichst gleiche Geschwindigkeiten und somit gleiche Abstände der abrollenden Wagen zu erzielen. Ihre Mittel sind die Steilrampe, die Gipfelbremse oder der Beschleunigungsantrieb.

Noch nicht beschritten wurde der Weg, die Bauart der Verteilungsweichen zu ändern. Es wurde schon gesagt, daſs für die von frei ablaufenden Wagen durchfahrenen Weichen eine Abweichung von der Normalbauart nicht in Frage kommt. Bisher wurden aber sämtliche Verteilungsweichen von frei abrollenden Wagen befahren, wo soll dann überhaupt eine Änderung der Bauweise erfolgen? Ist eine andere Lage der Verteilungsweichen als die im eigentlichen Ablaufberg möglich? Die Frage ist bisher wohl noch nie erörtert worden, weil es als unumstöſsliche Tatsache galt: Die Verteilung der Wagen beginnt hinter dem Ablaufpunkt, nachdem die Wagen zum freien Ablauf gekommen sind.

Wenn man aber zusieht, wie ein Zug in langsamem Schrittempo über einen Eselsrücken gedrückt oder im Gefällsbahnhof mit Bremsbedienung zum Ablaufpunkt herabgelassen wird, erscheint da nicht der Gedanke verlockend, bereits unter dem langsam fahrenden, geschlossenen Zug die ersten Verteilungsweichen umzustellen? Die Antwort auf diese Frage soll ein Vorschlag zu einer neuartigen Ausbildung der ersten Verteilungsweichen geben.

Die Idee, eine oder mehrere Verteilungsweichen über den Ablaufpunkt herüberzuziehen und in das Zerlegungsgleis zu legen, ist mit Normalweichen natürlich nicht auszuführen. Es ist beim fallenden Zerlegungsgleis selbstverständlich und beim steigenden Zerlegungsgleis zum schnellen Aufhalten des Ablaufs mindestens erwünscht, daſs der Zug bis kurz vor den Brechpunkt gekuppelt bleibt. Auch muſs beim Abdrücken bis zum Ablauf sichere Berührung der Puffer gewährleistet sein. Mit einer schnell auseinanderziehenden Normalweiche lassen sich diese Bedingungen nicht erfüllen. Die Weiche dürfte die Wagen nur so weit auseinander ziehen, als es die Puffer und Kupplungen unbedenklich zulassen.

Eine Lösung dieser Aufgabe ist auf dem in der schematischen Skizze dargestellten Wege möglich. Nicht die ganze Weiche, sondern nur die Zungenvorrichtung wird in das Zerlegungsgleis vorgeschoben, das Herzstück bleibt im Steilhang liegen. Die verbindenden Gleisstränge werden parallel angeordnet und so verschlungen, daſs sich ein möglichst geringes Maſs seitlichen Abstandes ergibt.

Wir wollen zunächst die Möglichkeiten der technischen Ausführung dieser Grundidee betrachten. Zwei Bedingungen hatten wir oben schon festgestellt: Auf der Strecke bis zum Ablaufpunkt muſs bei jeder Wagenstellung eine sichere Berührung der Puffer gewährleistet sein und es müssen die Kupplungen der auf verschiedenen Gleisen laufenden Wagen eingehängt bleiben können. Als weitere Bedingung stellen wir, daſs die Weiche für alle Fahrzeuge, auch für Lokomotiven befahrbar bleiben soll. Wir können uns aber die Beschränkung auferlegen, daſs wir die Weiche nur für Schrittgeschwindigkeit von etwa 2 m/Sek. bauen.

Die 1. Bedingung der sicheren Pufferberührung wird die Zahl der Abzweigungen vor dem Ablaufpunkt begrenzen. Das Mindestmaſs, um das die parallel verschlungenen Gleise seitlich verschoben werden können, setzt sich aus Schienenkopfbreite und Spurrillenweite zusammen. Es wird also bei 65 mm Kopfbreite (Reichsbahnprofil S 49) und 42 mm Spurrillenweite 107 mm betragen. Eine weitere Herabsetzung durch Verwendung

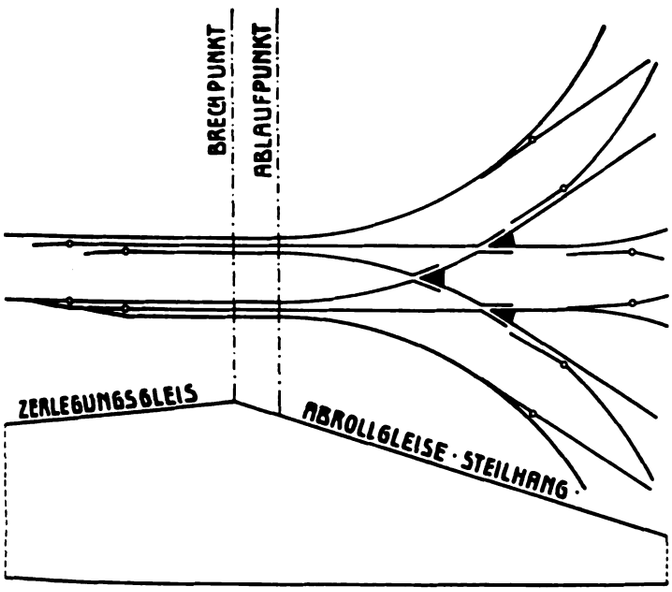
Digitized by Google

von Spezialprofilen ist in Rücksicht auf die Ausbildung des Zungendrehpunktes nicht ratsam. Ein roher Überschlag läfst erwarten, dafs bei diesem Verschiebungsmafs und einem Pufferscheibendurchmesser von 340 mm die Grenze bei zwei Abzweigungen vor dem Ablaufpunkt liegen wird.

Die 2. Bedingung, dafs die Kupplungen bei versetzt fahrenden Wagen eingehängt bleiben können, wird mindestens auch die Ausführung von zwei Abzweigungen zulassen. Es steht wohl aufser Zweifel, dafs die langgehängten Kupplungen ohne Bedenken ebensoviel seitliche Verschiebung zulassen als zur sicheren Pufferberührung möglich ist.

Die 3. Bedingung, dafs die Weiche von Lokomotiven befahren werden kann, ist für die Ausbildung der Zunge und des Einlaufwinkels ausschlaggebend.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Weiche mit zwei Abzweigungen genau durchkonstruiert worden. Schiene und Spurrillenweite wurden wie oben angegeben gewählt. Die Zunge ist mit 2,5 m Länge ausgeführt. Dafür ergab sich bei symmetrischer Anordnung der Zungen und der Backenschienen ein Einlaufwinkel von 1^0 14′ 34,4″. Bei der geringen Fahrgeschwindigkeit von 2 m/Sek. ist dieser Winkel sicher nicht zu grofs, man könnte vielleicht noch weiter gehen und die Zunge noch kürzer ausbilden.



Für einen 20 t-Wagen beträgt der maximale Pufferausschlag in der ungünstigsten Stellung bei zweifacher Verteilung 146 mm, das Höchstmafs bei dreifacher Verteilung 253 mm.

Besonderer Aufmerksamkeit bedarf die Ausbildung der Stellvorrichtung. Technisch am einfachsten wäre die Stellung von Hand. In diesem Falle mufste ein besonderer Weichenwärter an Ort und Stelle die Hebel bedienen. Wirtschaftlich würde das Verfahren nur bei grofsen Bahnhöfen sein, wo der Mann durch die Bedienung der Spitzenweiche tatsächlich voll beschäftigt ist. Für diese Fälle empfehlen schon Oder (Verk. Woche 1908/9, S. 753) und Cauer (Ztg. des V. d. E. 1912, S. 293) die Handstellung der vordersten Weiche durch einen an Ort und Stelle stehenden Wärter. Ungünstig wäre die reine Handstellung mit einfachem Hebel insofern, als für die Umstellung der Weiche nicht der volle Abstand von der Hinterachse des ersten Wagens bis Vorderachse des zweiten Wagens in Frage käme, sondern von dieser Strecke noch die Länge der Zunge abgezogen werden mufste. Denn es mufste die Hinterachse des ersten Wagens die Zunge verlassen haben, ehe der Stellhebel betätigt werden durfte. Da die Achsentfernung mindestens 4,50 m beträgt und die Zungenlänge 2,50 m, blieben nur 2,0 m Umstellstrecke. Bei der für heutige Verhältnisse immerhin guten Abdrückgeschwindigkeit von 1 m/Sek. kämen wir theoretisch auf zwei Sekunden Umstellzeit. Viel vorteilhafter ist mechanische oder elektrische Stellung mit Hilfe von Fühlschienen oder Kontakten. In einer Entfernung vor der Zungenspitze, die sich aus reiner Umstellzeit und gröfster Abdrückgeschwindigkeit errechnet, liegt der Kontakt, der vom Weichenwärter auf Gleis 1, 2 oder 3 eingestellt werden kann. Die anrollende Achse löst den Kontakt aus und der geschlossene Strom stellt den gewünschten Fahrweg ein. Nachdem die letzte Achse des Wagens den Kontakt überfahren hat, stellt ihn der Weichenwärter für den Fahrweg des folgenden Wagens ein. Hierzu steht ihm die volle Achsentfernung von 4,50 m als Umstellstrecke zur Verfügung, da erst die Vorderachse des zweiten Wagens den Strom zu neuer Umstellung gibt. Ein ähnliches Prinzip wird schon bei den selbsttätigen Ablaufstellwerken benutzt. Es wird bei dieser Stellart möglich sein, die Weiche vom Stellwerk aus zu bedienen, besonders wenn die Ablenkung eines jeden Wagens jeweils an der letzten Achse des vorhergehenden Wagens durch Kreide oder ein angehängtes Schildchen gut markiert wird und der Umstellpunkt dicht hinter dem Kontakt ein gut sichtbares Merkzeichen erhält. Weitere Möglichkeiten der Weichenstellung zu erörtern, würde hier zu weit führen. Es sei nur noch kurz gestreift, dafs man mit Hilfe von Achsen zählenden Schienenkontakten und Rangierzetteln, die die Anzahl der Achsen der einzelnen Wagen angeben, ein halbselbsttätiges Umstellen auch bei ungünstig liegender Stellerei ohne unmittelbare Sicht ermöglichen kann.

Die Länge der Weiche ergibt sich aus folgender Überlegung: Sollten durch Versehen des Weichenstellers Fehlläufer oder zweispuriges Fahren entstanden sein, so kann der Fehler leicht berichtigt werden, wenn die Strecke zwischen Zungenvorrichtung und Ablaufpunkt möglichst lang, mindestens wohl 30 m, gewählt wird. Auf dieser Strecke hätte das Rangierpersonal Gelegenheit, die Wagenverteilung nochmals zu prüfen, ehe die Wagen zum freien Ablauf übergehen und somit der Gewalt des Personals entschwinden. Werden Fehler entdeckt, so wird mit dem Abdrücken eingehalten, der falsch geleitete Wagen bis über die Weiche zurückgezogen und richtig abgedrückt.

Der Betrieb der Anlage ist aus den bisherigen Darlegungen jedenfalls schon klar geworden, es braucht nur nochmals kurz das Wesentlichste zusammengefafst zu werden: Der zu zerlegende Zug wird geschlossen in das Zerlegungsgleis gedrückt oder bei Gefällsanlagen mit Bremsbedienung zum Ablaufpunkt herabgelassen. Durch die im Zerlegungsgleis liegenden Zungenvorrichtungen der neuen Verteilungsweiche werden die Wagen auf die drei verschlungenen Gleise verteilt. Der Zug fährt aber geschlossen weiter, es sind nur die einzelnen Wagen seitlich um 107 bzw. 2 × 107 mm versetzt. Erst dicht vor dem Ablaufpunkt werden die Wagen entkuppelt und laufen nun, nachdem sie bereits nach drei Hauptrichtungen vorsortiert sind, von drei verschiedenen Gleisen in freiem Ablauf ab.

Von der Anlage werden gewichtige Vorteile erwartet. Zunächst von der Betriebsweise der Weiche. Wir haben den wesentlichen Unterschied gegen die jetzigen Anlagen, dafs die erste oder die beiden vordersten Verteilungsweichen nicht unter den frei ablaufenden Wagen, sondern unter dem geschlossenen, noch fest in der Hand der Rangiermannschaft befindlichen Zug umgestellt werden. Dort haben wir frei abrollende Wagen, grofse Geschwindigkeit, verschiedene Abstände der einzelnen Wagen, keine Möglichkeit, den Wagen bei versehentlich falscher Weichenstellung aufzuhalten, infolgedessen grofse Anforderungen an Beobachtungsgabe, schnelles Handeln und Nervenkraft der Bedienenden. Hier haben wir einen langsam fahrenden, geschlossenen Zug mit daranhängender Lokomotive oder besetzten Bremsen, zwangsweise feste Abstände der einzelnen Wagen, die Möglichkeit, Fehler in der Weichenstellung schnell und ohne Betriebsgefahren zu berichtigen. Es ist daher zu erwarten, dafs alle Beteiligten mit gröfserer Ruhe und Sicherheit arbeiten.

Digitized by Google

Der Erfolg sollte sein, dafs die ersten Verteilungsweichen mit einer gröfseren Abdrückgeschwindigkeit arbeiten können, als es jetzt der Fall ist und dafs gleichzeitig die Betriebssicherheit durch das ruhigere Arbeiten einer geistig weniger angestrengten Mannschaft erhöht wird.

Eine überschlägliche Rechnung über den Zeitbedarf für die Bedienung der Weiche gibt bei vorsichtiger Aufstellung und für die oben beschriebene mechanische Stellung der Weiche folgendes Bild: Die Weichenzungen werden sich bei nur 2,5 m Länge und 71 mm Aufschlagweite in einer halben Sekunde umstellen lassen. Sicherungszuschläge für Beobachtung und Entschlufsfassung sind in nur geringer Höhe erforderlich, da der Weichenwärter in aller Ruhe das langsam anrollende Rad beobachten und seinen Kontakt ohne Überhastung auf Sekundenbruchteile genau bedienen kann. Setzt man sie sehr reichlich mit 1,5 Sekunden an, so erhält man eine erforderliche Umstellzeit von zwei Sekunden. Der Umstellweg, also die Entfernung der Hinterachse des vorderen Wagens bis zur vorderen Achse des hinteren Wagens beträgt mindestens 4,50 m. Rechnet man zum Ausgleich von zusammengedrückten Puffern und dergl. nur 4,0 m, so würde man auf eine Abdrückgeschwindigkeit von 2,0 m in der Sekunde kommen, ein Wert, den auch gute Anlagen zur Zeit bei weitem nicht erreichen. Besonders wertvoll ist hierbei, dafs unter der gröfseren Geschwindigkeit die Sicherheit nicht leidet, sondern im Gegenteil durch die hinter der Zunge liegende Sicherheitsstrecke und das ruhigere Arbeiten der Beteiligten noch erhöht wird. Erhöhte Sicherheit ist aber im Verschiebebahnhof gleichbedeutend mit erhöhter Leistungsfähigkeit.

Die Anlage wird in besonderem Mafse dem längst anerkannten Grundsatz gerecht, die Weichen- und Gefahrzone durch Vorschieben der ersten Trennungsweichen zu verkürzen. Es ist bekannt, dafs dadurch die Laufzeitfolge verbessert wird, weil die Bedingungen für die dynamische Berechnung der Ablaufanlage günstiger werden, wenn die Weichenentwicklung möglichst weit in das Steilgefälle — die Zone ausgeglichener Ablaufgeschwindigkeiten — vorgeschoben wird. Will man wahlweise auf die Verkürzung der Gefahrzone verzichten, so kann man statt dessen die günstige Weichenentwicklung dazu benutzen, eine gröfsere Zahl von Richtungsgleisen, als es bisher bei Flachbahnhöfen möglich war, anzuschliefsen.

Von besonderem Vorteil dürfte noch sein, dafs die Anlage technisch überaus einfach und von allen verwickelten Vorrichtungen frei ist. Es hat sich immer wieder gezeigt, dafs für den derben Ablaufbetrieb die einfachsten Anlagen die brauchbarsten sind. Je mehr Maschinerie, um so mehr Betriebsstörungen, um so weniger Leistung. Man wird die Weiche auch in bestehende Anlagen einbauen können und in Flachbahnhöfen oder Gefällsbahnhöfen sowie in Haupt- oder Nebenablaufanlagen verwenden können.

Es könnte eingewendet werden, dafs, wenn auch zwei Verteilungsweichen über den Ablaufpunkt hinweggezogen werden, dann die nächsten Weichen im Steilhang die bisherige Rolle der ersten Verteilungsweichen übernehmen würden. Gewifs tun sie das, aber unter günstigeren Vorbedingungen. Wie schon erwähnt, ist durch die Verkürzung der Gefahr- und Weichenzone eine Erleichterung der Ablaufverhältnisse geschaffen. Zweitens aber werden diese im Steilhang vordersten Weichen von bereits vorrangierten Wagen befahren. Selbst wenn mehrere Wagen hintereinander auf demselben Gleis zum Ablauf kommen sollten, so werden es bei einer gut durchdachten Anlage in der Hauptsache gleichartige Wagen sein, d. h. entweder nur beladene oder nur unbeladene. Die Grenzen ihrer Laufwiderstände werden also dichter beieinanderliegen, als beim Ablauf ohne Vorrangierung, wodurch die Laufzeitfolge wiederum gebessert wird. Wo die Verhältnisse und Aufgaben des Bahnhofs eine solche Einteilung in gleichartige Wagen nicht gestatten, kann man nach dem Beispiel des Verschiebebahnhofs Dresden-Friedrichstadt — dessen Ablauf letzten Endes eine unvollkommene Ausführung der in diesem Aufsatz dargelegten Gedanken ist — hinter dem ersten Ablauf eine Zwischenhemmung einschalten, die wie ein Ausgleichbecken wirken würde. Man hätte auf diese Weise den einfachsten Vorrangierbahnhof geschaffen. Bei der Annahme dreier Abläufe am ersten Ablaufgipfel und von aufnahmefähigen Zwischenhemmungsgleisen brauchte die Abdrück- bzw. Abrollgeschwindigkeit hinter der Zwischenhemmung nur ein Drittel derjenigen am ersten Ablaufgipfel zu sein. Den Vorteilen, die eine Zwischenhemmung bieten kann, wird im Allgemeinen viel zu wenig Beachtung geschenkt.

Schliefslich wäre noch von Interesse, zu betrachten, inwieweit sich neuzeitliche mechanische Einrichtungen zur Regelung der Laufzeitfolge und der Laufweite mit der neuen Verteilungsweiche verbinden lassen. Es sei vorweg nochmals betont, dafs ja schon die Verteilungsweiche diese Aufgabe der Regelung der Laufzeitfolge durch Verkürzung der Gefahrzone und durch Vorrangieren übernimmt, indessen wird man sich die Vorteile bewährter mechanischer Einrichtungen nicht gern entgehen lassen, wenn man dadurch die Leistung weiter steigern kann. Wir wollen mit dieser Betrachtung von den Zerlegungsgleisen aus beginnen.

Zur Leistungssteigerung und zum wirtschaftlicheren Betrieb der Zerlegungsgleise sind zwei Arten mechanischer Einrichtungen vorgeschlagen worden: Der Antrieb nach Bauart Derikartz für steigende oder horizontale Zerlegungsgleise und die Zulaufbremse nach Vorschlag Fröhlich für fallende Gleise. Der Antrieb Derikartz wird sich einbauen lassen. Die Schwierigkeiten an der Zungenvorrichtung der neuen Weiche müfsten durch Einzelstellung der Zungen — um das Verbindungsgestänge entbehren zu können — beseitigt werden. Die Zulaufbremse in ihrer jetzigen Gestalt ist hingegen nicht verwendbar. Sie müfste vor der Zungenvorrichtung eingebaut werden, wo sie jedoch nur einen Teil ihrer Funktionen erfüllt.

Zur Regelung der Laufzeitfolge im Ablaufhang sind ebenfalls zwei Vorschläge mechanischer Einrichtungen bekannt: Die Gipfelbremse nach Fröhlich und der Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup-Heinrich. Beide sollen dicht (etwa 15 m) hinter dem Brechpunkt eingebaut werden. Da wir bei der neuen Weiche hier die Herzstücke liegen haben, müfsten bei einer dreiteiligen Weiche die mechanischen Einrichtungen etwas weiter heruntergeschoben werden und etwa 25 m vom Gipfel entfernt liegen. Bei entsprechender Profilausbildung ist ein Nachteil hieraus nicht zu erwarten. Ein gewisser Nachteil besteht nur darin, dafs wir statt einer wie bei jetzigen Anlagen zwei bis drei Gipfelbremsen oder Antriebe brauchen. Bei der überaus starken Belastung, denen solche mechanische Einrichtungen im Verschiebetrieb ausgesetzt sind, wird die anfängliche Mehrausgabe jedoch bald Zinsen tragen.

Das gleiche gilt für die fernbedienten Gleisbremsen am Fufse des Steilhanges zur Regelung der Laufweite. Ihr Einbau bereitet keine Schwierigkeiten, nur müssen mindestens zwei oder drei vorgesehen werden. In dynamischer Hinsicht bessern wir dadurch die Lage der Gleisbremsen und in wirtschaftlicher Hinsicht wird es unschwer zu beweisen sein, dafs drei mit je ein Drittel belastete Gleisbremsen im Betrieb vorteilhafter sind als eine Gleisbremse, die die volle Belastung aufnehmen soll.

So würden also nur für den Einbau einer Zulaufbremse Schwierigkeiten entstehen. Unsere Bremsenkonstrukteure dürften vielleicht auch hier Rat schaffen.

Der Vorschlag bedarf — wie alle Neuerungen vornehmlich im Eisenbahnbetrieb — der praktischen Erprobung. Es ist aber anzunehmen, dafs bei dem überaus einfachen technischen Aufbau und den durchsichtigen betrieblichen Verhältnissen die gehegten Erwartungen erfüllt werden. Die Weiche ist zum D. R. P. angemeldet.

Digitized by Google

Die Beleuchtung auf Verschiebebahnhöfen*).

Von H. Möllering, Oberbaurat a. D., Professor, Dresden.

Das künstliche Licht ist in allen, während der Dunkelheit zu führenden Betrieben, ein unentbehrliches Arbeitsmittel. Es ist dem Werkzeug, der Arbeitsmaschine gleichzustellen, ohne welche gewisse Arbeiten überhaupt nicht erledigt werden können. Die Ausgaben für die Beleuchtung, die einmaligen wie die laufenden, sind daher nicht als verloren anzusehen, sondern zu den werbenden zu rechnen.

Wo Höchstleistungen erzielt werden sollen, mufs die Beleuchtung, die dem Betriebe dienlichste Stärke erhalten, anderseits aber auch so beschaffen sein, dafs sie für das Auge voll zur Wirkung kommen kann. Sie mufs also auch der Nutzleistung des Auges angepafst werden; das Sehvermögen, die Sehschärfe, die Unterscheidungsgeschwindigkeit und die Beständigkeit des Sehens der in dem Betriebe beschäftigten Personen darf weder durch fremdes noch durch gespiegeltes Licht beeinträchtigt werden. Der Charakter der Beleuchtung jeder Betriebsstelle mufs also allenthalben dem Charakter des Betriebes angepafst sein.

Die Beleuchtung der Verschiebeanlagen soll nun nach Möglichkeit dazu beitragen, die Umstellarbeiten zu beschleunigen und die bei dem Rangierdienst verhältnismäfsig sehr grofse sächliche und persönliche Unfallgefahr, die bekanntlich nachts besonders grofs ist, zu vermindern. Der Schwerpunkt für die überall erstrebte Verbesserung der Verschiebebahnhöfe liegt nun zweifellos in den Gleisanlagen, in den Bremsvorrichtungen für die Fahrzeuge und in der Art des Dienstes, aber die Beleuchtung ist auch ein nicht zu unterschätzender Punkt. Auch diese kann und mufs auf den meisten Verschiebebahnhöfen verbessert werden.

Die auf dem Gebiete der Beleuchtung erreichbaren Verbesserungen liegen nun nicht so sehr in einer Steigerung der Beleuchtungsstärke als in der Erzielung der günstigsten Sehverhältnisse für das menschliche Auge.

Die Schwelle der geringsten zulässigen Beleuchtungsstärke liegt auf den Verschiebebahnhöfen verhältnismäfsig niedrig. Eine Beleuchtungsstärke wie bei einer guten Vollmondbeleuchtung würde selbst bei einem sehr lebhaften Betriebe im allgemeinen ausreichen, wenn man bei der künstlichen Beleuchtung gleich günstige Verhältnisse für das Sehen schaffen könnte. Das ist aber nicht so leicht zu erreichen, weil das menschliche Auge bei gutem, ausschliefslich wirkendem Vollmondlicht ganz anders sieht als bei künstlichem Licht, das eine andere Farbe hat, nicht so gleichmäfsig verteilt werden kann, und wegen seiner Verschiedenheit nicht immer in seiner jeweiligen Stärke vom Auge gleich gut aufgenommen wird. Bei ausschliefslichem Vollmondlicht braucht sich das Auge bei einer Änderung seiner Blickrichtung nicht jedesmal neu einzustellen; es behält dabei immer seine volle Sehschärfe, die bei einer künstlichen Beleuchtung durch viele schädliche Einflüsse gar zu leicht beeinträchtigt wird.

Um die zweckmäfsigste Beleuchtung für Verschiebebahnhöfe schaffen zu können, müssen wir auf dem Wege der Beobachtung erst lernen, welche Einflüsse schädlich für das Auge sind, wie diese verhütet werden können, und wie das durch fremde Einflüsse nicht mehr gestörte Auge bei einer dürftigen Beleuchtung am besten ein Betriebsfeld übersieht; denn im Vergleich zu dem Tageslicht bleibt die künstliche Beleuchtung immer dürftig. Wo wir bei einem hellen Sonnenschein vielleicht 30000 bis 50000 Luxhaben, können wir nachts vielleicht nur 0,1 bis 0,5 Lux erreichen. Das ist aber an sich nicht so schlimm, weil unser Auge sich dann auf Dunkelheit einstellt und in diesem Zustande hochempfindlich ist. Auf diese hohe Empfindlichkeit des Auges haben wir vor allem Rücksicht zu nehmen.

Damit bei der künstlichen Beleuchtung die Sehtüchtigkeit des Personals möglichst wenig beeinträchtigt wird, ist alles Licht, aufser das von der Arbeitsstelle ausstrahlende, vom Auge fernzuhalten. Von keiner Lichtquelle sollten Lichtstrahlen weder unmittelbar noch durch Spiegelung das Auge treffen.

Wird nämlich das Auge gleichzeitig verschiedenen Helligkeiten ausgesetzt, z. B. dem unmittelbar von einer Lichtquelle ausgehenden verhältnismäfsig starken Licht und dem von dem Boden oder den Wagen zurückgestrahlten weit schwächeren Licht, so pafst es sich sofort dem stärkeren an, und es empfindet nicht den Lichtstrom von den dunkleren Stellen in dem Mafse, als wenn es nur diesen aufnehmen würde. Das von der Lichtquelle unmittelbar das Auge treffende Licht macht dieses gewissermafsen blind gegen das weit schwächere, das es von den beleuchteten Flächen mittelbar empfängt. Diese Flächen erscheinen dann dem Auge dunkler, als sie tatsächlich sind. Die gröfsere Helligkeit der unmittelbar, wenn auch unbewufst gesehenen Lichtquelle überstrahlt das weit geringere Licht, das von den beleuchteten Flächen ausgeht.

Störend wirken alle in der Blickrichtung liegenden Lichtquellen, besonders die starken der Beleuchtungsanlagen. Da die beleuchteten Flächen nur einen geringen Bruchteil des empfangenden Lichtes wieder abgeben, wird die Deutlichkeit des Sehens durch jede in der Blickrichtung nicht abgeschirmte Lampe stark geschwächt, selbst wenn diese sich in einer gröfseren Entfernung befindet. Bei einer grofsen Entfernung der Lichtquelle wird das Auge schliefslich immer noch durch den die Lichtquelle umgebenden Strahlenkranz gestört, der bewirkt, dafs in einem gewissen Umkreis um die gesehene Lichtquelle das Auge nichts deutlich sieht. Dieser unübersichtliche Umkreis wächst mit der Stärke und der Nähe der gesehenen Lichtquelle. Daher sind fremde Lichter in der Sichtlinie der Signale usw. auch so ungemein störend.

Um das Auge vor dem Eindringen der unmittelbaren Lichtstrahlen der Beleuchtungsanlagen zu schützen, mufs man diese seitlich abschatten. Die Blickrichtung umfafst bei den verschiedenen Menschen einen verschieden grofsen Raumwinkel, der in bezug auf die Höhe abhängig ist von der Tiefe der Augengrube in bezug auf die Augenbrauen. Gegen die Wagerechte beträgt dieser Winkel nach oben im Durchschnitt etwa 30°. Bis zu diesem Winkel nach unten müfste man also die Lichtstrahlen der Leuchten abschirmen, um sie ganz blendungsfrei zu machen. Durch tief gezogene Reflektoren kann man das auch hinsichtlich der eigentlichen Lampen erreichen, aber das Auge empfängt dann noch Lichtstrahlen von der mehr oder weniger breiten sichelförmigen Projektion der reflektierenden Schirmfläche, deren Leuchtdichte jedoch nicht mehr stark stört. Ganz kann man die Leuchte also nicht gegen das Auge abschirmen. Eine so starke Abschirmung ist auch nicht überall durchführbar. Ein Abschirmen der Lichtstrahlen über einen Winkel von 2.60° gegen die Lotrechte erfordert nämlich eine verhältnismäfsig hohe und enge Anordnung der Lichtquellen; denn bei diesem Winkelmafs verhält sich der Halbmesser des beleuchteten Kreises zur Lichtpunkthöhe schon wie 1,73:1. So enge Lampenabstände kann man nun im allgemeinen aus örtlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht erreichen, weshalb man den Öffnungswinkel der seitlich abgeschirmten Lampen meist auf 70 bis 80° vergröfsern mufs. Bei älteren Anlagen sind die Lampen sogar vielfach überhaupt nicht seitlich ab-

*) Vgl. Leitfaden für die Herstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen von H. Möllering, Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1926.

Digitized by Google

geschirmt, so dafs hier, wenn das Auge nicht selbst geschützt wird, seine Blendung unvermeidlich ist.

Nun kann das Auge gegen die schräger als unter 60° von oben einfallenden Strahlen aber selbst noch geschützt werden, nämlich durch weit ausladende Mützenschirme. Von diesem Mittel hat man m. W. bisher auf den Bahnhöfen noch keinen Gebrauch gemacht, es sogar überhaupt noch nicht in seiner Bedeutung für die Eisenbahnen richtig erkannt. Die bisher benutzten und vorgeschriebenen Mützen sind in dieser Hinsicht durchaus ungeeignet. Es sollte daher ernstlich erwogen werden, für die Verschiebemannschaft Mützen mit genügend weit ausladenden Schirmen einzuführen. Jedenfalls sollte man auf einigen Rangierbahnhöfen mit solchen Mützen Versuche anstellen. Sie kosten ja nicht viel. Vor den Versuchen müfste allerdings das Personal über den Zweck der weitausladenden Schirme eingehend aufgeklärt werden, sonst bekommt man keine richtige Beurteilung.

Der Schutz des Auges gegen Blendung verlangt nicht nur eine sorgfältige Abschattung der der Aufsenbeleuchtung dienenden Lampen, sondern auch die Entfernung aller anderen Lichtquellen aus der Blickrichtung. So können sämtliche nicht abgeschirmte Innenlampen schädlich wirken und vor allen Dingen auch die Handlampen, besonders wenn sie stark und nach mehreren Seiten leuchten. Die früher verwendeten, nach drei Seiten abgeblendeten schwachen Petroleumlampen, sind in dieser Hinsicht viel zweckmäfsiger als die neuerdings vielfach verlangten und gebrauchten Azetylenlampen, die zwar dem Besitzer nützlich sind, aber allen Anderen schaden können. Dafs sie von dem Personal so stark begehrt werden, ist kein Beweis dafür, dafs sie auch besser sind als die alten schwachen Lampen. Das Personal ist sich über den Schaden, den es durch die Blendung erfährt, noch nicht klar geworden, es hat noch nicht gelernt richtig zu sehen.

Die Handlampen brauchen als Leselampe für die Anschriften der Wagen nur auf geringe Entfernung und als Signallampen nur auf wenige 100 m zu wirken. Als Leselampe braucht sie nur eine geringe Kerzenstärke zu haben; als Signallampe genügt für sie die Helligkeit einer Weichensignallaterne, die ein normales Auge als Signalzeichen auf 200 bis 300 m sicher erkennen kann. Es ist daher dringend zu empfehlen, der Verschiebemannschaft nur schwachkerzige, dreiseitig abgeschirmte Handlampen zu geben, deren Leuchtseite für gewöhnlich durch eine Milchglasscheibe abzublenden ist, durch deren Wegnahme dann die Lampe in eine Leselampe umgewandelt werden kann.

Die Abschattung der Innenlampen gegen das Betriebsfeld kann durch tiefe Lampenschirme und durch Fenstervorhänge leicht erreicht werden.

Hat aber das Personal, wie bei den Stellwerken, von Innen nach Aufsen zu sehen, so kann auch das nicht gegen die Fensterscheiben in Augenhöhe des Stellwerkswärters abgeschirmte Licht sein Auge störend beeinflussen. Ein Fensterglas mit dunklem Hintergrund wirft nämlich das von innen auffallende Licht spiegelnd zurück. Nicht nur die Lampen, sondern alle beleuchteten hellen Flächen wie Papier, weifse Schilder, blanke Metallteile usw. können durch ihr nur etwas lichtschwächeres Spiegelbild in den Fenstern stören, wenn das gespiegelte Licht stärker ist als das von aufsen einfallende. Der Wärter hat dann durch Näherherantreten an das Fenster mit seinem Körper die Spiegelbilder abzudecken, um überhaupt nach aufsen sehen zu können. In den Stellwerken sind daher alle hellen Flächen zu vermeiden, weshalb z. B. auch schwarze Schilder mit weifser Schrift für die Stellhebel und Blockfelder zweckmäfsiger sind als die üblichen weifsen Schilder mit schwarzer Schrift. Wird der Stellwerksraum dunkel gehalten und durch Abschattung der Lampen und der beleuchteten Arbeitsflächen deren Spiegelung in den Fensterscheiben verhindert, so kann das Auge des Wärters sich auf Dunkelheit einstellen, und es übersieht dann den Aufsenraum gut, wenn dieser nur einigermafsen aufgehellt ist.

Um dem Stellwerkswärter die Übersicht des Betriebsfeldes zu erleichtern, sollte die Beleuchtung mit der Entfernung vom Stellwerk an Stärke zunehmen. Dafür sprechen zwei Gründe. Zunächst der, dafs die Sehschärfe mit der Entfernung abnimmt und mit der Aufhellung zunimmt. Die mit der Entfernung schwächer werdende Sehschärfe kann durch eine stärkere Aufhellung des Hintergrundes einigermafsen wieder ausgeglichen werden. Wie stark durch die Aufhellung der Randzone die Sehschärfe beeinflufst wird, kann man am Tage im Freien leicht beobachten, wenn bei bedecktem Himmel die Sonne zeitweise über eine entfernte Gegend hinweghuscht.

Der andere Grund liegt darin, dafs eine gröfsere Helligkeit im vorderen Gesichtsfelde das Auge gegen eine geringere Helligkeit des hinteren Feldes unempfindlich macht. Wie schon oben bemerkt, stellt sich das Auge bei verschiedenen Helligkeiten des Betriebsfeldes immer auf die gröfsere Helligkeit ein. Wechselt das Auge sein Gesichtsfeld und trifft es ein helleres Feld, so pafst es sich augenblicklich dieser gröfseren Helligkeit an; trifft es dagegen ein dunkleres Feld, so braucht es eine mefsbare Zeit, um wieder seine volle Sehschärfe zu erhalten. Die Einstellzeit des Auges ist abhängig von dem Kontrast der Helligkeit der Felder; sie kann bis zu einigen Sekunden dauern. Je heller das zuerst gesehene Feld und je dunkler dagegen und überhaupt das nachher gesehene Feld ist, desto längere Zeit braucht das Auge, um sich vollständig der geringeren Helligkeit anzupassen.

Daher mufs auch eine gewisse Gleichmäfsigkeit für die Beleuchtung der Arbeitsstellen gefordert werden. Verschiedene Arbeitsstellen können natürlich verschiedene Helligkeiten aufweisen, aber innerhalb eines Arbeitsfeldes dürfen sie nicht zu ungleichmäfsig sein. In der Nähe der Weichen mufs die Beleuchtung besser sein als in den Abstellgleisen. In bezug auf die Gleichmäfsigkeit braucht man nicht so ängstlich zu sein. Eine Gleichmäfsigkeit von 1 : 50 auf dem Gesichtsfelde im Freien ist mehr als ausreichend, sie stört das Auge noch lange nicht. Es genügt die Vermeidung jeder das Auge störende Ungleichmäfsigkeit.

Zu vermeiden sind schroffe Gegensätze, besonders in den Gangbahnen. Hinderlich wirken hier vor allen Dingen Schlagschatten, namentlich die harten, die daher möglichst zu vermeiden sind. Die direkt wirkenden mit Spiegel versehenen Leuchten ergeben härteren Schlagschatten als die Strahler mit zerstreutem Licht, die daher im allgemeinen den Vorzug verdienen.

Wo eine grofse Sehgeschwindigkeit verlangt wird, mufs die Beleuchtung gleichmäfsiger sein, als wo das Auge Zeit hat sich einzustellen. Anderseits kann eine gewisse Ungleichmäfsigkeit nützlich sein, nämlich dort, wo in schmalen Streifen Unebenheiten und Ganghindernisse auf dem Betriebsfelde zu Unfällen führen können, weil dann das Auge auf diese Stellen hingelenkt wird. In dieser Hinsicht hat jedes Betriebsfeld seine besonderen Eigenheiten, die bei der Einrichtung oder Umänderung der Beleuchtung besonders berücksichtigt werden müssen.

Die nach oben und seitlich abgeschirmten Leuchten haben den unteren Raum möglichst gleichmäfsig aufzuhellen, wobei möglichst wenig Licht verloren gehen soll. Schutzgläser für die Glühlampen, wenigstens bis zu 300 Watt, sind zu verwerfen. Durch die tief gezogenen Reflektoren sind diese Lampen genügend geschützt. Solche Schutzgläser verschlucken viel Licht, namentlich wenn sie verschmutzt sind.

Das Licht der Leuchte soll möglichst weich sein; daher sind die Streulichtstrahler zweckmäfsiger als die spiegelnden. Die Streulichtstrahler können ihr Licht mehr nach unten werfen (Tiefstrahler, Abb. 1) oder mehr in die Breite (Breitstrahler, Abb. 2).

Digitized by Google

Die Tiefstrahler sind dort am Platze, wo man auf kleiner wagrechter Fläche eine grofse Helligkeit haben will. Solche Stellen sind auf Verschiebebahnhöfen aber selten, weshalb im allgemeinen die Breitstrahler zu bevorzugen sind. Ihr Öffnungswinkel, der 2 . 75 ⁰ jedenfalls nicht überschreiten sollte, richtet sich nach den möglichen Lichtpunkthöhen und Lampenabständen. Je höher die Lichtpunkte angeordnet werden, desto weiter können die Lampen auseinander gerückt werden, desto gröfsere

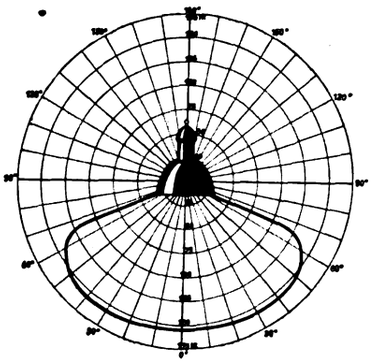


Abb. 1.

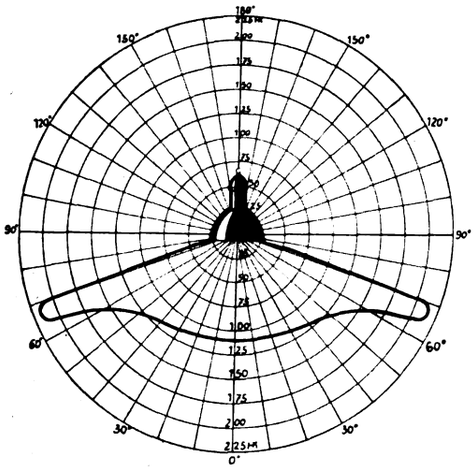


Abb. 2.

Lampen sind erforderlich. Stärkere Glühlampen sind aber wirtschaftlicher als kleine, weil sie, auf Watt bezogen, eine gröfsere Lichtausbeute ergeben und dabei die Anlage- und Unterhaltungskosten geringer werden. Das Anwachsen der Lichtausbeute mit der Gröfse der Lampen macht sich besonders bemerkbar bei den stärkeren. Eine 300 Watt-Lampe gibt beispielsweise etwa das doppelte Licht von fünf Stück 60 Watt-Lampen. Die Steigerung der Lichtausbeute hört bei den 750 Watt-Lampen auf.

Die Lichtpunkthöhe ist praktisch auf 18 m beschränkt. Meist geht man nicht über 14 m. Bei breit angelegten Gleisfeldern sollte man durchweg grofse Lampen in grofser Höhe aufhängen. Schmale Flächen dagegen sind wirtschaftlicher mit kleineren, niedriger hängenden Lampen zu beleuchten, weil dann das auf die Seitenflächen unausgenutzt ausgestrahlte Licht einen kleineren Bruchteil ausmacht. Bei einem Lampenabstande gleich der Flächenbreite erreichen die Stromkosten durchschnittlich ihren geringsten Wert. Bei diesem Abstand entfällt auf die benachbarten Seitenflächen unausgenutzt aber schon etwa ein Drittel des Lichtstroms. Je gröfsere Beleuchtungskreise in bezug auf die Flächenbreite man wählt, desto gröfser ist der Anteil des über die Fläche hinweg unausgenutzt ausgestrahlten Lichtstroms.

Das von einer Lichtquelle ausstrahlende Licht J (Abb. 3) gibt den beleuchteten Flächen eine gewisse Helle, die abhängig ist von der Neigung der Fläche gegen den einfallenden Lichtstrahl und von ihrer Beschaffenheit. Auf eine lotrechte, unter 90⁰ gegen den Fufspunkt der Lampe stehende Fläche entfällt nur die wagrechte Komponente (Vertikalbeleuchtung i_a), auf eine wagrechte Fläche nur die Lotkomponente (Horizontalbeleuchtung i_h) des Lichtstroms.

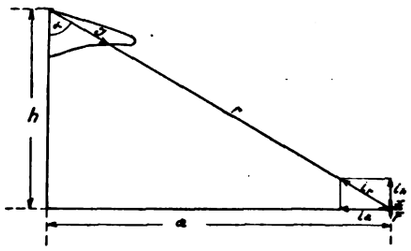


Abb. 3.

Die aufgehellte Fläche ist eine sekundäre Lichtquelle. Von jeder erhellten Fläche empfängt unser Auge einen Lichtstrom, der der Flächenprojektion in der Blickrichtung und der Flächenhelle entspricht. Die Flächenhelle ist abhängig von der Dichte des einfallenden Lichtstromes und von dem Rückstrahlungsvermögen der Fläche. Da auf den Verschiebeanlagen spiegelnde Flächen (abgesehen von den Stellwerkfenstern und den blanken Schienenköpfen) nicht vorkommen, so haben wir nur die zerstreute Rückstrahlung der Flächen zu beachten, bei der das Licht von jedem Flächenteilchen nach allen Richtungen abgelenkt wird, so dafs die Lichtverteilung dieses Flächenstückchens durch eine Lichtkugel dargestellt werden kann, welche die Fläche berührt.

Die Rückstrahlung ist um so geringer, je dunkler die Flächen sind. Die dunklen Wände der Wagen und Lokomotiven werfen kaum 10 ⁰/₀ des auffallenden Lichtes zurück. Von diesen empfängt das Auge daher auch nur wenig Licht und wir können sie daher selten unmittelbar sehen. Um sie körperlich sehen zu können, müfsten wir sie in wagrechter Richtung viel stärker beleuchten, als wir es mit den abgeschirmten Lampen vermögen, selbst wenn diese vorwiegend nach der Breite strahlen. Nur die Gegenstände unmittelbar hinter einer Lampe empfangen soviel Licht, dafs wir sie unmittelbar sehen können. Rücken sie weiter weg, so hört das körperliche Sehen immer mehr auf; wir sehen sie schliefslich nur noch als dunkle Schatten vor dem heller erleuchteten Boden unter der nächsten Lampe. Bei dem Übergang von dem körperlichen Sehen zum Schattenrifs kann es sogar vorkommen, dafs wir die Gegenstände überhaupt aus dem Auge verlieren. Bis zu diesem Zustande sollte es auf Verschiebeanlagen allerdings nicht kommen. Hier liegt selbst bei den kleinsten Anlagen die tiefste Schwelle für die wag- und lotrechte Beleuchtungsstärke; diese Schwelle liegt bei etwa 0,1 Lux.

Da wir nun die Gegenstände auf dem Gleisfeld nachts weit mehr schattenhaft als körperlich sehen, so ist das schattenhafte Sehen durch eine hinreichende Aufhellung des Bodens zu begünstigen, was durch Tief- und Breitstrahler leicht zu erreichen ist. Von der erhellten Bodenfläche erhalten wir dann einen weit gröfseren Lichtstrom als von den Wänden der Wagen und Lokomotiven, deren Rückstrahlungsvermögen kein gröfseres ist als das der Bodenfläche. Die Flächenprojektion in der Blickrichtung ist bei den Wagen und Lokomotiven aber sehr viel kleiner als die der Bodenfläche, weshalb wir von dieser auch meist einen gröfseren Lichtstrom erhalten. Wie stark der Einflufs der Bodenhelligkeit ist, tritt bei schneebedecktem Boden am deutlichsten in die Erscheinung.

Digitized by Google

Das schattenhafte Sehen tritt dann schon bei der geringsten Beleuchtung auf. Aus dieser Beobachtung ergibt sich auch ohne weiteres, dafs ein heller Sand-, Kies- oder Steinbelag die Beleuchtungsverhältnisse vorteilhaft beeinflufst.

Nur in den wenigen Fällen, wo Anschriften an den Puffern oder Wagenstirnwänden ohne Zuhilfenahme von Handlampen erkennbar gemacht werden müssen, haben wir eine reichlichere Vertikalbeleuchtung zu schaffen, etwa, indem wir unmittelbar vor diesen Stellen einen Seitenstrahler aufstellen oder sie von der Seite mit Scheinwerfern bestrahlen, deren Lichtkegel aber dann so gerichtet sein mufs, dafs durch ihn das Personal nicht gestört wird.

Naturgemäfs behalten die Leuchten ihre volle Leuchtkraft nur so lange, als die Glühlampen und die zurückstrahlenden Flächen sauber gehalten werden. Beide verschmutzen aber leicht. Verschmutzte Lampen und Schirme verschlucken bis zu 20 und 50 % des Lichtes. Daher ist es unbedingt nötig, sie jährlich wenigstens einmal zu reinigen, und zwar möglichst vor dem Winter. Die Kosten der Reinigung fallen nicht ins Gewicht gegenüber dem Nutzen der dadurch erzielten besseren Beleuchtung.

Beleuchtung eines amerikanischen Verschiebebahnhofs.

Der Verschiebebahnhof Markham bei Chicago der Illinois Central-Eisenbahn ist ungefähr 5,5 km lang. Der Ablaufbetrieb zur Auflösung der einfahrenden und zur Bildung der ausfahrenden Züge geht während der ganzen 24 Stunden des Tages vor sich. Der Bahnhof ist mit zahlreichen Gleisbremsen ausgestattet. Infolge seiner starken Belastung und der besonderen örtlichen Umstände ist es unerläfslich, dafs der Bahnhof nachts gut beleuchtet ist. Beim Entwurf einer Beleuchtungsanlage, die den Anforderungen des Verschiebebetriebs genügt, mufste noch darauf Rücksicht genommen werden, dafs neben dem Bahnhof eine Strafse mit lebhaftem Kraftwagenverkehr hinführt und jede Gefährdung des Strafsenverkehrs durch blendende Lichter vermieden werden mufste.

Die Gleisbremsen des Bahnhofs Markham sind zu Gruppen zusammengefafst, die von Türmen, 8 m über S. O., bedient werden. Um sowohl die herannahenden wie die abrollenden Wagen gut verfolgen zu können, braucht die Bedienungsmannschaft der Gleisbremsen besonders gute Beleuchtung. Deshalb steht neben dem Eselsrücken, etwa 60 m rechts davon und 46 m rückwärts vom Gipfel, ein 36,6 m hoher Turm, auf dem die Scheinwerfer zur Beleuchtung der Ablaufgleise untergebracht sind. Wegen der grofsen Höhe dieses Turms wurde neben ihm ein zweiter von 27,5 m Höhe aufgestellt, von dem aus Lichtstrahlen quer über die Gleise geworfen werden. Eine Lampe in jeder Gruppe hat eine das Licht zerstreuende Linse, wodurch zwar die Reichweite des Lichts verringert, dafür aber die Wirkung in die Breite erhöht wird.

Ehe die Beleuchtungsanlage für Markham entworfen wurde, wurden eine Anzahl andere Bahnhöfe besichtigt. Die Beleuchtungsmasten oder -türme in ihnen waren 18,3 bis 27,5 m hoch, aber in keinem standen die Lampen höher als 22,5 m über S. O.

Die Türme in Markham bestehen aus Winkeleisen von 10 cm Schenkellänge mit Versteifung durch Streben. Unter der Plattform haben sie einen einheitlichen Querschnitt von 91,5 zu 91,5 cm; nach unten verbreitern sie sich mit einem Anlauf von 1 : 64. Es sind drei Muster verwendet: Türme von 36,6 m (zwei Stück), von 33,6 m (ebenfalls zwei Stück) und 27,5 m (vier Stück). Alle diese Türme haben eine Plattform von 1,22 zu 3,05 m mit einem 1,2 m hohem Geländer. An jeder Seite sind sieben Scheinwerfer angebracht, drei auf dem Fufsboden und vier auf dem Geländer. Sie können zum Reinigen und zur Vornahme sonstiger Arbeiten nach innen geschwenkt werden. Die Türme stehen auf Betongründungen von 3,2 × 3,2 m bis 3,66 × 3,66 m Grundfläche; sie sind mit 32 mm und 38 mm starken, 2,15 m langen Bolzen im Beton verankert, der seinerseits auf neun Pfählen gegründet ist. Eine Leiter führt im Innern des Turms auf die Plattform.

Ehe die gesamte Beleuchtungsanlage eingebaut wurde, wurden von einem der Türme aus Versuche angestellt, um namentlich auch für nebliges Wetter die geeignetste Bauart der Scheinwerfer, der Linsen usw. zu ermitteln. Man entschied sich für einen Reflektor von 584 mm Durchmesser aus einem gelblich- grünlichen Uranglas, wie es auch für die Lokomotivlaternen verwendet wird. Besonderer Wert wurde auf Wetterbeständigkeit des Belags verwendet. Der Reflektor ist in ein Aluminiumgehäuse eingehüllt; die beweglichen Teile sind aus Messing oder aus Bronze. Eine Lüftung hat man nicht für nötig gehalten, was als Neuerung gilt. Die Lampen sind so beweglich, dafs sie in dem Brennpunkt des Reflektors eingestellt werden können. Die nach oben zerstreuten Lichtstrahlen werden so nach unten abgelenkt, dafs sie den Raum zwischen dem Hauptstrahl und dem Fufs des Turms beleuchten. Das Gehäuse hält Staub, Feuchtigkeit, Gase und Insekten vom Reflektor ab, so dafs sein anfänglicher Wirkungsgrad dauernd erhalten bleibt. Vor dem Reflektor und vor den Lampen ist noch eine Linse angeordnet, um die Lichtstrahlen auf die zu beleuchtende Fläche zu verteilen. Die Beleuchtung ist derart, dafs auf 600 bis 700 m Entfernung bei einigermafsen klarem Wetter ziemlich kleiner Druck noch gelesen werden kann.

Jeder Beleuchtungsturm ist eine selbständige Einheit und wird von seinem Fufse aus bedient. Hier sind in einem Schrank selbsttätige Zeitschalter eingebaut, die einmal in der Woche aufgezogen und auf die richtige Zeit eingestellt werden. Sie sind durch ihre Schränke gegen alle Witterungseinflüsse geschützt. Um diese Vorrichtung vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen und auch das Besteigen der Türme durch Unbefugte zu verhüten, sind sie mit Drahtzäumen zwischen eisernen Pfosten umgeben.

Im ganzen hat der Bahnhof Markham acht Türme mit 42 Scheinwerfern; dazu kommen noch drei Scheinwerfer auf dem Dach der Lokomotivbekohlungsanlage, die die Reinigungsgruben, Lokomotivgleise usw. beleuchten. Diese 45 Scheinwerfer dienen zur Beleuchtung einer Fläche von 107 ha. Die Anlage hat sich bis jetzt bewährt. Sie dient nicht nur zur Erhöhung der Betriebssicherheit beim Verschiebedienst, sondern verhindert auch Beraubungen der Güterwagen und beseitigt gewisse Schwierigkeiten, die der Nachtdienst mit sich bringt.

(Railway Review, März 1926. We.

Betriebsleitung eines grofsen Verschiebebahnhofs der Belgischen Staatseisenbahnen.

Der Verschiebebahnhof „Schaerbeek-Formation" der Belgischen Staatseisenbahnen liegt im Zentrum eines sehr dichten Eisenbahnnetzes. Die Zugfolge der in ihm endigenden Strecken ist so gedrängt, dafs infolge eines unvorhergesehenen längeren Aufenthalts eines Zuges vor einem Einfahrsignal des Bahnhofs die Strecken der ganzen Nachbarzone lahmgelegt werden können.

Gewöhnlich arbeiten die einzelnen Bahnhofteile selbständig und unabhängig voneinander. Tritt jedoch plötzlich eine Störung oder Überlastung eines Bahnhofteiles ein, so mufs es möglich sein, ihn sofort durch Übertragung von Verschiebeaufgaben auf einen oder mehrere Nachbarabschnitte zu entlasten. — Um diese wichtige Aufgabe zu lösen, wurde eine Dienststelle geschaffen, die in der Lage ist, eine klare einwandfreie Betriebsleitung zu gewährleisten und gleichzeitig mit den „Dispatchers", der nach dem „Dispatchingsystem" organisierten Anschlufsstrecken, in dauernder regster Fühlungnahme zu bleiben. Diese Dienststelle wurde „Regulateur" genannt.

Hauptaufgabe des „Regulateur" ist, das Interesse des Gesamtbahnhofs zu vertreten, es den Sonderbestrebungen einzelner, hergeiziger Leiter von Bahnhofteilen überzuordnen. Der „Regulateur" mufs dauernd über sämtliche Betriebsvorgänge im Bahnhof und über Zugläufe der Anschlufsstrecken im Bilde sein. Er hat die Befugnis, die Verschiebeaufgaben, die bei der Auflösung der ankommenden und der Bildung der abgehenden Züge anfallen, den einzelnen Bahnhofteilen zuzuweisen. Er ist für den Gesamtbetrieb des Bahnhofs dem Bahnhofvorstand gegenüber verantwortlich und seine vornehmste Aufgabe ist es, durch geschickte Ausnützung des vorhandenen Personals und der Lokomotiven die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs zu erhöhen.

Der „Regulateur" ist mit einem vorzüglich ausgebauten Telephonnetz ausgestattet, das ihn in den Stand setzt, jederzeit seine Befehle telephonisch zu erteilen und alle notwendigen Informationen auf dem schnellsten Wege einzuholen.

Das neue System ist seit dem 3. November 1924 in Betrieb und hat sich dort sehr gut bewährt. Die Leistungsfähigkeit des Verschiebebahnhofs soll dadurch in Zeiten sehr starken Verkehrs ohne Personal- und Lokomotivmehrung um 300 bis 400 Wagen im Tage gesteigert worden sein. Sch-a.

Bulletin de L'Assoc. Intern. du Congrès d. Ch. d. fer.

Digitized by Google

Verkürzte Kreuzungsweichen.

Von Techn. Eisenb.-Oberinspektor **W. Marek**, Dresden.

(Hierzu Tafel 22.)

Über verkürzte Kreuzungsweichen ist in letzter Zeit vieles veröffentlicht worden. Ihre Vorzüge wurden geradezu in überzeugender Weise hervorgehoben. Nicht so die Mängel, die den Bauarten eben doch noch anhaften. Es dürfte daher angebracht sein, sich auch mit diesen eingehender zu beschäftigen. Diese Kreuzungsweichen sollen daher im folgenden auf ihre geometrische Durchbildung näher untersucht werden.

Während bei den gewöhnlichen Kreuzungsweichen die Zungenvorrichtungen innerhalb der Kreuzung liegen, sind sie bei den verkürzten (Bauart Bäseler) und verkürzenden (Bauart Vögele) Kreuzungsweichen aufserhalb der Kreuzung angeordnet. Bei den gewöhnlichen Kreuzungsweichen wird die Baulänge zwischen den Enden der einfachen Herzstücke angenommen. Sie beträgt bei der sächsischen Kreuzungsweiche 1 : 8,5 Form V[a], die wegen des gleichen Krümmungshalbmessers von 180 m, der auch für die verkürzten Kreuzungsweichen gewählt wurde, zu Vergleichen geeignet ist, bei gegossenen Herzstücken 27,38, bei Schienenherzstücken 29,38 m. Die Länge der Kreuzungsweiche Bauart Bäseler mufs aber zwischen den vorderen Backenschienenenden gerechnet werden. Sie beträgt für Einzelfälle 28,0 m und hat demnach nahezu die gleiche Länge wie die Kreuzungsweiche 1 : 8,5. Aus diesem Grunde erscheint die Bezeichnung »verkürzte Kreuzungsweiche« nicht zutreffend, denn

1. sie könnte insofern zu Irrtümern führen, als man annehmen könnte, eine schon vorhandene Kreuzungsweiche 1 : 5,5 wäre verkürzt und

2. ist diese Kreuzungsweiche in Wirklichkeit nicht kürzer als die zu Vergleich heranzuziehende 1 : 8,5.

Meines Erachtens dürfte die Bezeichnung »Kreuzungsweiche 1 : 5,5 Bauart Bäseler« ausreichend sein, denn jeder Fachmann weifs, dafs die beigeschriebene Neigung deren Kreuzungswinkel bedeutet und je gröfser die Neigung, um so steiler die Weichenstrafse. Die Angabe der Bauart ist schon deshalb erwünscht, weil sie auch die Einzelheiten der Ausführung umfafst. Dasselbe gilt auch für »verkürzende Kreuzungsweichen 1 : 6 Bauart Vögele«.

Und nun zur geometrischen Durchbildung der beiden Bauarten.

Bauart Bäseler (Abb. 1, Taf. 22).

Der gewählte Neigungswinkel 1 : 5,5 dürfte schon die äufserste Grenze darstellen.

Aus dieser Neigung und dem für die Bahnhöfe vorgeschriebenen Gleisabstande von 4,5 m ergibt sich die Länge der Kreuzungsweiche für Weichenstrafsen ohne weiteres mit 25,156 m weniger Abstand der Zungenspitzen der aneinander stofsenden Kreuzungsweichen. Dieser Abstand ist nötig, weil sich sonst die Zungenspitzen verfangen würden. Für einzeln zu verlegenden Kreuzungsweichen sind die Backenschienen 1,422 m über die Zungenspitze verlängert. Die Länge solcher Kreuzungsweichen beträgt sonach $25{,}156 + (2 \times 1{,}422) = 28{,}0$ m.

Die Fahrkante der Schiene im Bogenstrange des Mittelteils ist auf das Mindestmafs 29 mm, das ist die halbe Schienenkopfbreite der preufsischen Form 6, herangerückt. Aus den gegebenen Bestimmungsstücken (Neigungswinkel der Kreuzung, dem Abstande der Fahrkante von der Längsachse und dem Krümmungshalbmesser von 180 m) ergeben sich die Anlaufwinkel an der Zungenspitze und am Knick, den der Bogen und die Gerade neben der Längsachse bilden. Für eine Bogenfahrt sind demnach vier Knicke vorhanden, die verhältnismäfsig kurz aufeinander folgen. Diese Knicke wurden als unbedenklich hingestellt. Nimmt man die Tangente am Anlaufwinkel der Zungenspitze als feststehend an und legt einen berührenden Bogen an die gerade Fahrkante in der Mitte der Kreuzungsweiche an, so ergibt sich dafür ein Bogen von 163 m Halbmesser (H_1 in Abb. 1). Nimmt man dagegen das Zungenende als feststehend an, so ergibt sich der an die Fahrkante der Kreuzungsweiche anschliefsende Bogen mit nur 134 m Halbmesser (H_2 in Abb, 1). Wird in die Kreuzung ein Bogen ohne Überschneidung der Fahrkanten mit 180 m Halbmesser eingelegt, so beginnt er 3,8 m vor der Zungenspitze (H_3 in Abb. 1). Daraus ist ersichtlich, dafs die Knicke doch nicht so unbedeutend sind, wie behauptet wird. Die Knicke, wenn sie schon nicht zu vermeiden sind, müssen doch schliefslich den zulässigen Halbmesser ergeben. Wenn schon die Lage der Zungenspitze durch die begrenzte Länge der Kreuzungsweiche festgelegt ist, warum nicht wenigstens die beiden Knicke in der Mitte vermeiden und den Bogen mit 163 m annehmen? Soviel mir bekannt ist, werden Weichen 1 : 7 im Bereiche der ehemaligen preufsischen Verwaltung nicht mehr ausgeführt. In Sachsen dürfen sie nur in Verschubgleise eingebaut werden, die mit langradständigen Lokomotiven nicht befahren werden. Bei diesen Weichen wurde ebenfalls der Fehler begangen, durch einen scharfen Knick an der Zungenspitze den Halbmesser von 140 m zu ermöglichen. Bei der preufsischen Bauart beträgt der Anlaufwinkel an der Zungenspitze 1° 30′, bei der sächsischen Bauart 1° 31′ 40″. Bei der Kreuzungsweiche Bauart Bäseler 1° 12′ 34″. Bei der sächsischen Zungenvorrichtung mit 180 m Halbmesser ist dieser Anlaufwinkel 47′ 27″ grofs. Diesem gegenüber ist der Anlaufwinkel bei der Kreuzungsweiche 1 : 5,5 um 25′ 7″, das ist um 53% gröfser.

Bei Anwendung in Weichenstrafsen mit 4,5 m Gleisabstand liegen die Zungenspitzen der benachbarten Kreuzungsweichen mit einem geringen Abstande voneinander. Bei der Fahrt aus der Geraden in die Ablenkung und umgekehrt, tritt der scharfe Ablenkwinkel voll in Erscheinung. Bei der Fahrt aus dem Bogengleis der einen Kreuzungsweiche in das Bogengleis der anschliefsenden Kreuzungsweiche erfolgt der Übergang ohne Knick, aber auch ohne Zwischengerade. Die Bestimmung, wonach bei Gegenbogen eine mindestens 6,0 m Gerade einzuschalten ist, ist nach den T. V. zwar nicht bindend, sie wird aber wohl von den meisten Vereinsverwaltungen in die Vorschriften übernommen worden sein. Bekanntlich spurt die erste Achse des Fahrzeuges an der äufseren, die letzte Achse an der inneren Bogenschiene an. Diese Gerade soll den gesetzmäfsigen Übergang des Fahrzeuges aus einem Bogen in den anderen vermitteln.

Die Frage, ob die Zwischengerade erwünscht ist, wird jedenfalls bei der im Gange befindlichen Neubearbeitung der technischen Vereinbarungen neu aufgerollt werden. Zur Zeit sind die Bestimmungen immerhin noch gültig. Es mag zugegeben werden, dafs bei Neuanlagen solcher Weichen die Entgleisungsgefahr nicht allzugrofs ist, mit fortschreitender Abnutzung der Zungen wird sie aber jedenfalls wachsen. Dem scheint Bäseler insofern Rechnung tragen zu wollen, indem bei späteren Ausführungen die Zwangschiene bis gegenüber dem mittleren Knick durchgeführt wird. Der Einflufs des Knickes wird sich aber doch schliefslich auswirken, vermutlich durch starke Schläge der Fahrzeuge.

Eine Schwierigkeit bietet der Übergang vom Stammgleise in die Weichenstrafse. Wie aus der Abb. 2 ersichtlich ist, ergibt sich bei 4,5 m Gleisabstand und bei Annahme der sächsischen Weiche 1 : 8,5 als Ablenkweiche der Halbmesser des Zwischenbogens mit nur 70 m, wenn dieser berührend an die Neigung 1 : 5,5 eingelegt wird. Hierbei ist ebenfalls keine Zwischengerade für den Gegenbogen vorgesehen. Bei Anschlufs des

Digitized by Google

Zwischenbogens mit 180 m Halbmesser an die Kreuzungsweiche ist ein Gleisabstand von 5,52 m erforderlich (Abb. 3). Schliefst man den Gegenbogen in derselben Weise an, wie es in Weichenstrafsen geschieht — an die Berührende an der Zungenspitze — wodurch der Knick in die gerade Richtung gelegt wird, so ergibt sich bei 4,5 m Gleisabstand ein Krümmungshalbmesser von 114 m (Abb. 4). Bei 180 m Halbmesser ist ein Gleisabstand von 4,88 m notwendig (Abb. 5).

Bauart Vögele (Abb. 6, Taf. 22).

Diese Bauart beruht auf demselben Grundsatz — die Zungenvorrichtung aufserhalb der Kreuzung zu legen — wie bei Bauart Bäseler. Vögele hat nur einen flacheren Neigungswinkel = 1 : 6 gewählt. Aber auch dieser Winkel ist noch zu steil, um die Kreuzungsweiche einwandfrei durchbilden zu können. Der Anschlufs der Bogen an die Gerade in der Mitte der Weiche erfolgt berührend, somit entfallen zwei Knicke für eine Bogenfahrt. Der Anlaufwinkel an der Zungenspitze ist aber noch gröfser. als bei der Bauart Bäseler. Er beträgt 1° 30′. Ein am Stofs der Backenschiene beginnender Bogen zwischen der Kreuzungsfahrkante und der Fahrkante neben der Mittelachse hat nur ein Halbmesser von 91 m (H_1 in Abb. 6). Legt man aber einen Bogen von 180 m Halbmesser ein, so beginnt dieser 4,0 m vor der Zungenspitze (H_3 in Abb. 6). Nimmt man das Zungenende als feststehend an, und legt von hier aus die Fahrkante der Backenschienen berührenden Bogen ein, so ergibt sich sein Halbmesser mit 119 m (H_2 in Abb. 6). Aus diesen Vergleichen kann ersehen werden, dafs auch bei dieser Bauart der eingeschriebene Halbmesser in Wirklichkeit nicht besteht. Ein Vorteil gegenüber der Bauart Bäseler besteht insofern, als die beiden Bogenstränge in der Mitte der Kreuzungsweiche so weit voneinander liegen, dafs die Schienen bei Fahrten auf den anderen Gleisen von den Rädern nicht berührt werden. Der bei der Bauart Bäseler zu erwartende Übelstand, dafs durch vorwiegende Benutzung nur des einen Bogengleises eine ungleiche Abnutzung der Bogenstränge, d. h. Stufenbildung auf dem Schienenkopfe eintritt, fällt also bei der Bauart Vögele weg. Bei Einmündung aus dem Stammgleise in die Weichenstrafse ergeben sich jedoch dieselben Schwierigkeiten wie bei der Weiche 1 : 5,5, wenn auch nicht in so hohem Mafse. Bei 4,5 m Gleisabstand ergibt sich der Halbmesser des Verbindungsbogen zwischen Weiche 1 : 8,5 und der Kreuzungsweiche mit 96 m (Abb. 7). Soll er 180 m Halbmesser erhalten, so ist ein Gleisabstand von 5,06 m nötig (Abb. 8). Schliefst man den Zwischenbogen — wie bei den Weichenstrafsen 1 : 5,5 — berührend an den Anlaufwinkel der Zungenspitze an, so erhält man schon bei 4,5 m Gleisabstand den Halbmesser von 250 m (Abb. 9).

Wollte man schon eine Kreuzungsweiche nach dem gleichen Grundsatze bauen und die den beiden Bauarten anhaftenden Mängel vermeiden, so müfste man den Kreuzungswinkel auf 1 : 7 ansetzen. Die geometrische Anordnung einer solchen ist aus Abb. 10 zu ersehen. Der Anlaufwinkel an der Zungenspitze entspricht annähernd dem bei der Zungenvorrichtung sächsischen Bauart mit 180 m Halbmesser und ist 48′ 42″ grofs. Die Einmündung in die Weichenstrafse ist schon bei 4,5 m Gleisabstand möglich, wenn man auf eine Zwischengerade bei dem Gegenbogen ebenfalls verzichtet. Ob die gewonnene nutzbare Gleislänge gegenüber Weichenstrafsen mit gewöhnlichen Kreuzungsweichen 1 : 8,5, die Schaffung einer besonderen Bauart und den Verzicht auf die Zwischengerade bei Gegenbogen rechtfertigt, mag dahingestellt bleiben.

Die unleugbaren Vorteile der Kreuzungsweichen 1 : 5,5 und 1 : 6 sind:

1. Die durch den steilen Winkel gewonnene nutzbare Gleislänge,
2. Verwendbarkeit in Einzelfällen, wo eine Kreuzungsweiche mit flachen Neigungswinkel nicht angewendet werden kann und
3. die leichte Anbringung von Hakenverschlüssen infolge der freien Lage der Zungenvorrichtungen.

Leider sind diese Vorteile nur auf Kosten der geometrischen Durchbildung zu erreichen gewesen.

Als Nachteile dieser Kreuzungsweichen können noch angesehen werden:

1. Verwendung gegossener Herzstücke,
2. Bereithaltung von Ersatz für Zungenvorrichtungen und Herzstücke, die sich hauptsächlich bei Einzelausführungen fühlbar machen dürfte, und
3. Schwierigkeiten beim Anpassen neuer an abgenützte Teile bei vorzeitiger Auswechslung des Herzstückes oder der Zungenvorrichtung wegen Bruch.

Vielleicht geben die vorstehenden Ausführungen Anlafs, dafs sich auch Fachleute vom maschinentechnischen Standpunkte mit dieser Bauart befassen und sich hierzu äufsern.

Buchbesprechungen.

H. Möllering. Leitfaden für die Herstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn. Hirzel, Leipzig 1926; geb. 5 ℳ.

Zu den technischen Aufgaben, für deren Bearbeitung die wissenschaftlichen Erkenntnisse noch nicht in genügendem Mafse benützt zu werden pflegen, gehört das Ermitteln der besten Lichtverteilung in einer neu zu schaffenden Beleuchtungsanlage. Noch kann man allenthalben beobachten, wie unzweckmäfsig und augenschädigend sehr viele Beleuchtungen sind. Nachdem nun die Glühlampe mit ihrem stets bekannten oder bestimmbaren Lichtstrom zur vorläufig unbestrittenen Alleinherrschaft gelangt ist, konnten die Bedingungen für gute Innen- oder Aufsenbeleuchtungen verhältnismäfsig kurz und trotzdem erschöpfend zusammengefafst werden. Unter solchen Gesichtspunkten ist der vorliegende Leitfaden zunächst für die Erfordernisse der Eisenbahn geschrieben. Da aber gerade dort die verschiedensten Beleuchtungsfälle anzutreffen sind, so leistet die Schrift auch den Belangen der meisten gewerblichen Anlagen Genüge. Es sind alle Hilfsmittel nachgewiesen, mit denen Beleuchtungsaufgaben, dem jeweiligen Zweck entsprechend, rechnerisch zu lösen sind. Als Anhang sind die Leitsätze und Regeln der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft beigegeben. Dr. Ing. Pfaff.

Esselborn, Erinnerungen eines alten Technikers. Als Handschrift gedruckt. Darmstadt 1925.

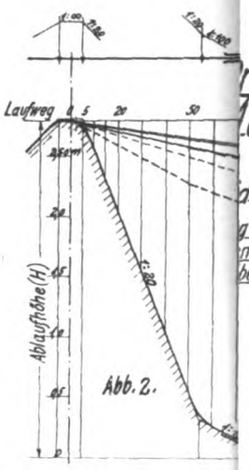
Der durch seine umfassenden Lehrbücher des Bauwesens wohl- und weitbekannte Verfasser entrollt sein Lebensbild. Man durchlebt mit ihm ein gutes Stück der Entwicklung deutscher Technik, führt mit ihm ernste Gespräche über Deutschlands Schicksal, wandert mit ihm durch Heimat und Fremde. Für stille Stunden mag manchem Bauingenieur das liebenswürdige, anspruchslose Buch willkommen sein: es wirkt auf den Leser wie ein Besuch bei einem väterlichen Freunde. Dr. Bl.

Ebenfalls auf dem jetzt erfreulicher Weise mehr als früher gepflegtem Gebiet der Geschichte der Technik und ihrer Kämpen liegt das zweibändige Werk von Professor Alfred Birk-Prag: **Alois von Negrelli, Die Lebensgeschichte eines Ingenieurs.** — Er schildert auf Grund eingehender Studien und in liebevollem Eingehen nicht nur das Werk des heute fast vergessenen Mannes (1799 bis 1858), sondern auch sein Leben, das nicht frei von schweren Kämpfen und herben Enttäuschungen blieb. Hat doch N., nachdem er im ersten Teil seines Berufslebens tätigen, zum Teil lenkenden und entscheidenden Einflufs auf die Verkehrsprobleme seines österreichischen Heimatlandes in der Ära der ersten Eisenbahnen genommen, in seinen späteren Berufsjahren sich der Durchführung des Suezkanalproblems gewidmet, ohne sich gegen den Franzosen Lesseps, der ihm den Ruhm seiner schöpferischen Tat streitig machte, durchsetzen zu können.

Das Werk ist im Verlag von Wilhelm Braumüller, Wien IX/1. erschienen und kostet 4 ℳ pro Band (ungebunden).

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

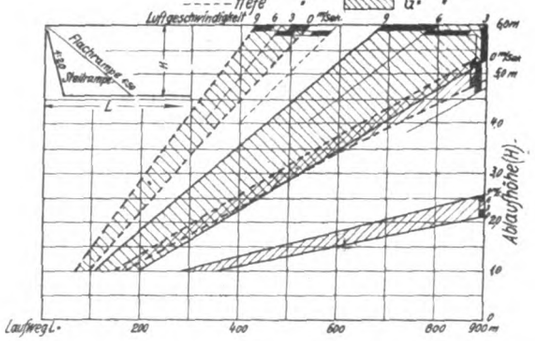
Digitized by Google

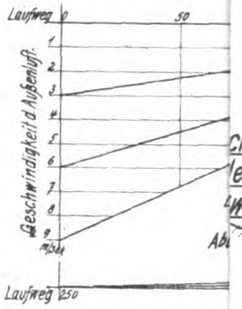


rofil und
Leistungsfähigkeit.)

d Massepunkt.
g (punktiert)
nde Massenpunkt
ber das Profil.

Abb. 15. Beziehung zwischen Ablaufhöhe (H) u. Laufweg (L) für Steilrampe 1:20.
Die Laufwege der G-Wagen bei Flachrampen 1:50 sind in dünnen Linien eingetragen, für O-Wagen decken sie sich fast mit denen der Steilrampe.
normale Temp. O-Wagen.
Tiefe " G- "





chengeraden von 3-4 m ergeben
leinsten Laufzeitunterschiede (Δt)
wischen Gruppen u. Einzelabläufen.

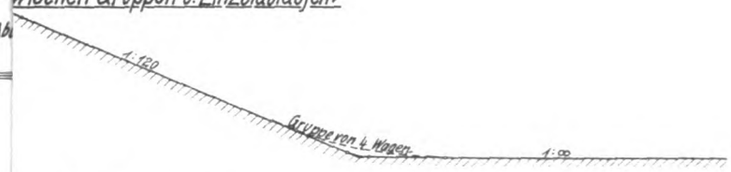


Abb. 11. Beziehung zwis derschiede (Δt) von Einzelab- (G) und Gruppen (3 O, 3 G) i 3 m Zwischengerade.

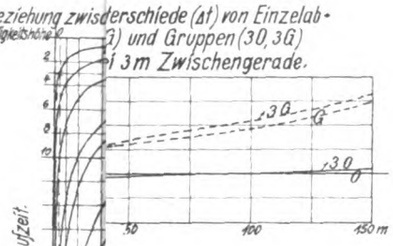
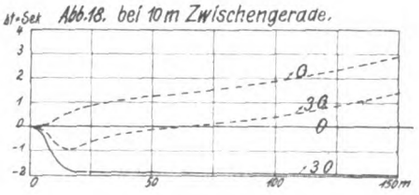


Abb. 18. bei 10 m Zwischengerade.



(R), um so kleiner die Laufzeitunterschiede (Δt),
der Δt zwischen R=100 u. R=300 unerheblich.

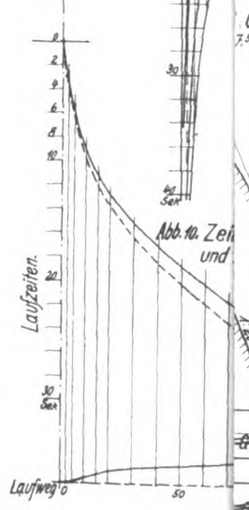
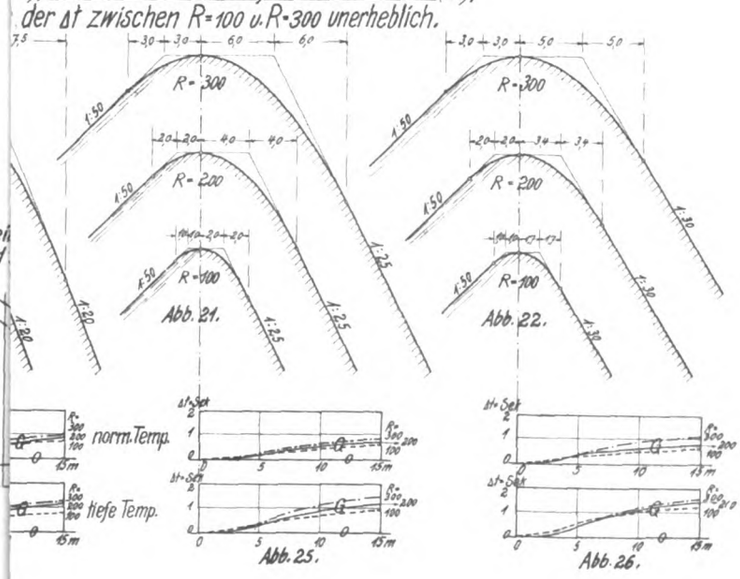


Abb. 10. Zei
und



Digitized by Google

Digitized by Google

Beziehung zwischen Gleisplan, Profil und Gleisbremse.

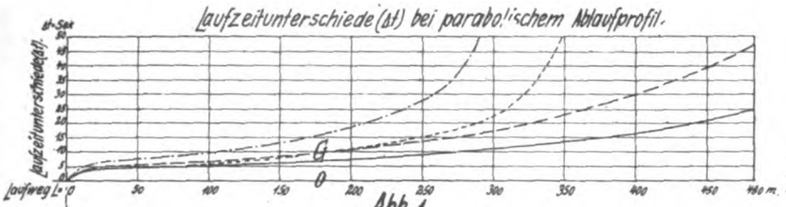


Abb. 1.

—— normale Temp. u. Windstille,
—— " " " Gegenwind,
------ tiefe " " Windstille,
—·—· " " " Gegenwind.

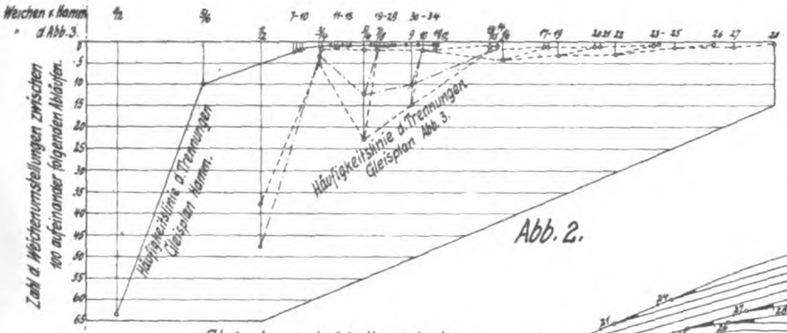


Abb. 2.

n Abläufen entspricht (n-1) Trennungen der Laufwege zweier aufeinander folgender Abläufe durch eine Weiche.

Der Grundsatz: Je größer (Δt), um so kleiner muß die Häufigkeit der Trennungen sein! wird erfüllt, wenn:

1. die Weichen möglichst nahe an den Ablaufpunkt herangezogen werden,
2. an jeder Weiche gleichviel Abläufe rechts wie links laufen.

Der Einfluß der Gleisentwicklung kann durch die Zweckbestimmung der Gleise unterstützt werden.

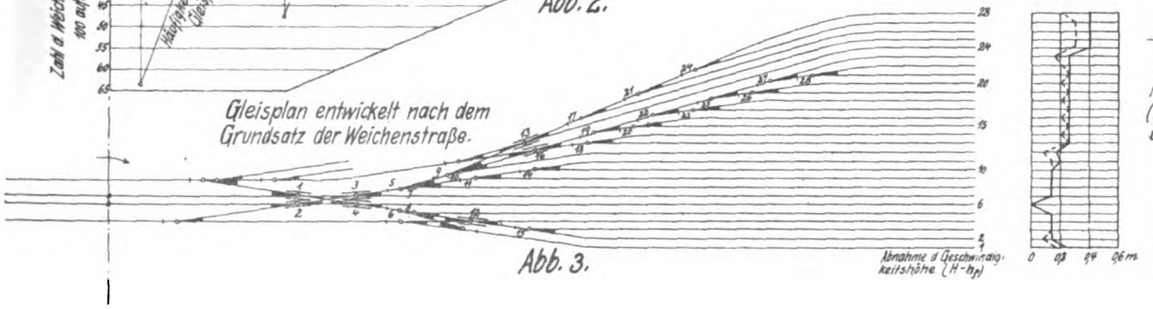


Abb. 3.

——— Verbesserung der Häufigkeitslinie durch die betriebliche Maßnahme, daß in die Gleise 2-6 (Abb. 3) doppelt soviel Wagen ablaufen als in die übrigen.

Die Häufigkeitslinie der Trennungen ist gemittelt aus willkürlichen Rangierzetteln unter der Annahme, daß auf jedes Gleis gleichviele **Abläufe entfallen.**

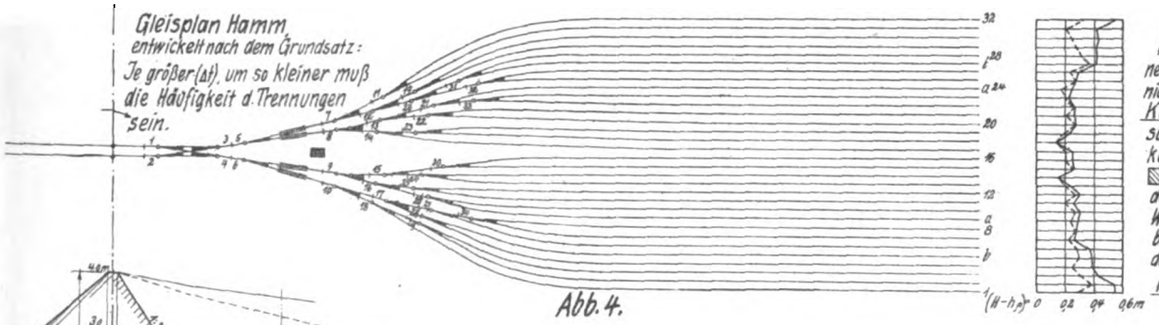


Abb. 4.

Hinter der Bremse ist das kennzeichnende Merkmal für die Laufzeitunterschiede nicht: Gut- u. Schlechtläufer, sondern Kurz- u. Weitläufer, da infolge der Bremsung eine Überschneidung der Streukegel des Gut- u. Schlechtläufers eintritt. Dadurch werden hinter der Bremse auch bei ungünstigem Wetter die Laufzeitunterschiede verbessert, um dann stark anzusteigen; daraus folgt die Notwendigkeit der kurzen Bremseinflußzone!

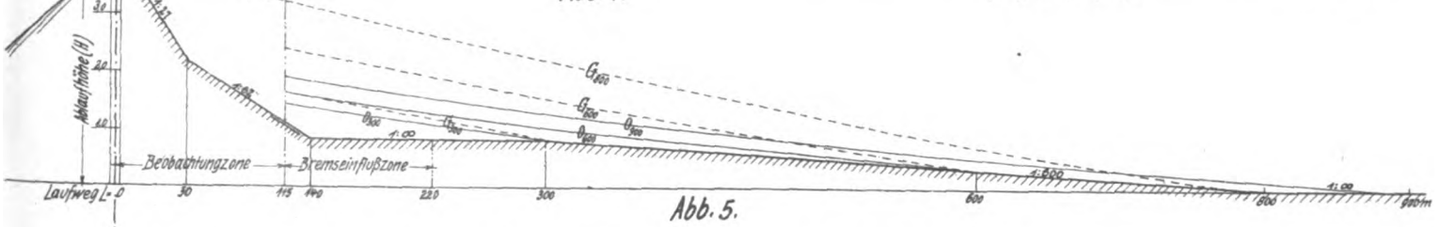


Abb. 5.

Abb. 6.

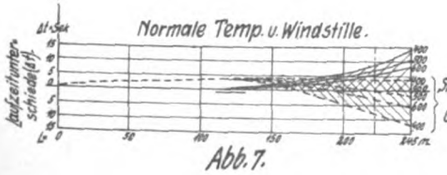


Abb. 7.

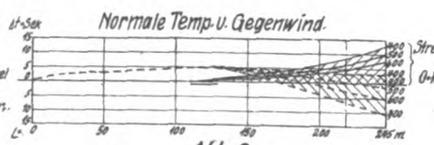


Abb. 8.

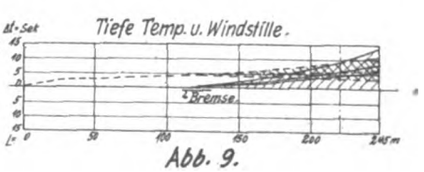


Abb. 9.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Gleisentwicklungen für Ablaufanlagen.

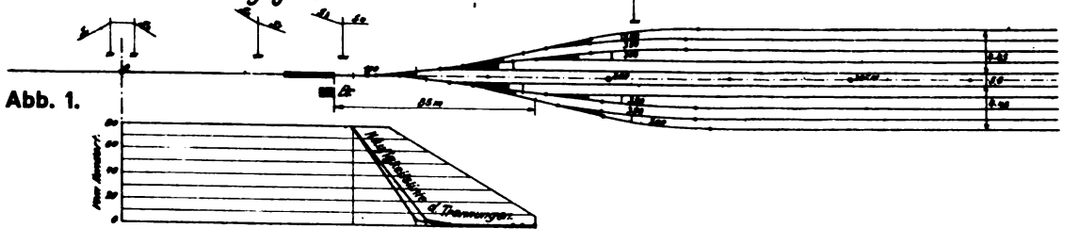
(unter weitgehenster Verwendung einfacher Weichen).

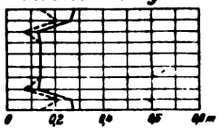
M. 1:1000.

Abnahme der Geschwindigkeitshöhe durch Krümmungswiderstände.

10 Richtungsgleise.

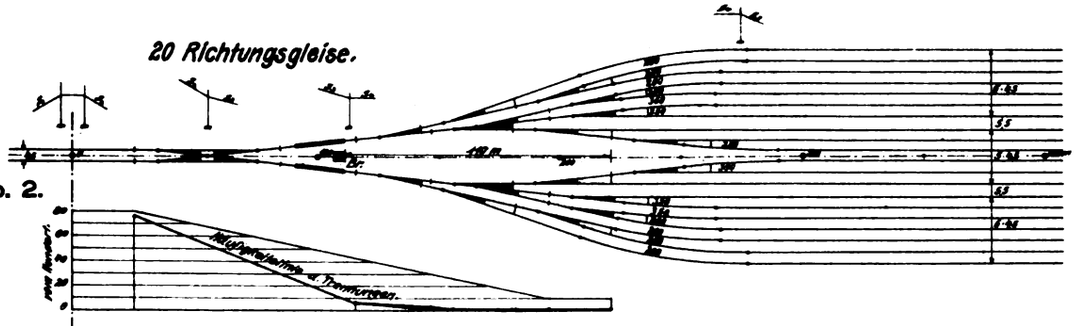
Abb. 1.

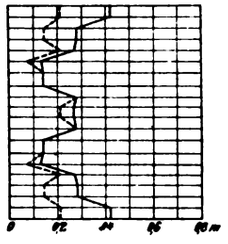




20 Richtungsgleise.

Abb. 2.

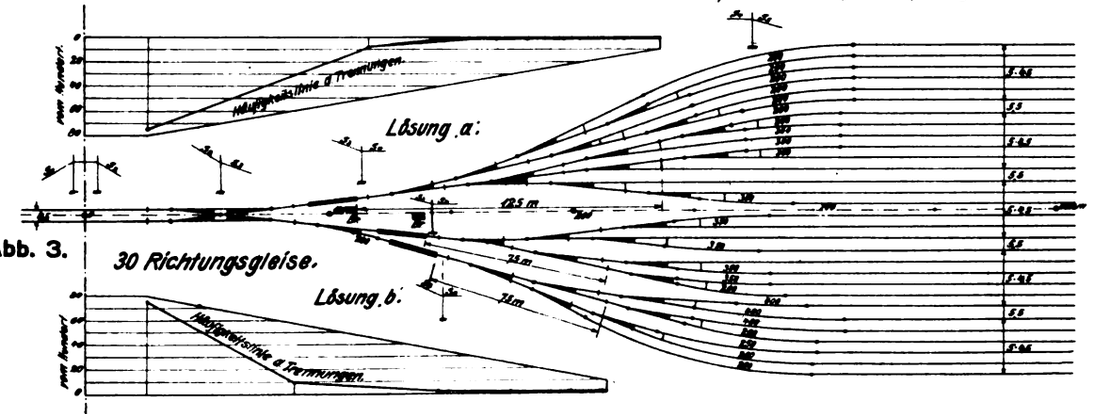


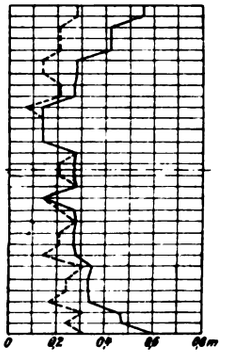


Die Häufigkeitslinie der Trennungen wurde aus willkürlichen Rangierzetteln ermittelt unter der Annahme, daß auf jedes Gleis gleichviele Abläufe entfallen. Sie ist auf 100 Abläufe bezogen.

—— Gesamtkrümmungswiderstände.
----- Krümmungswiderstände bis Anfang Richtungsgleise.

Abb. 3.

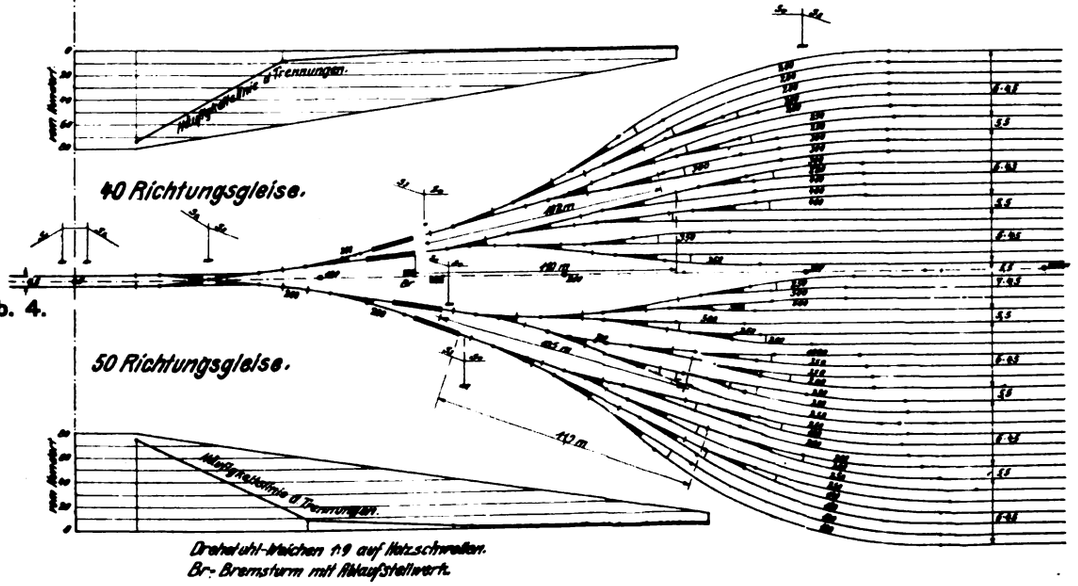


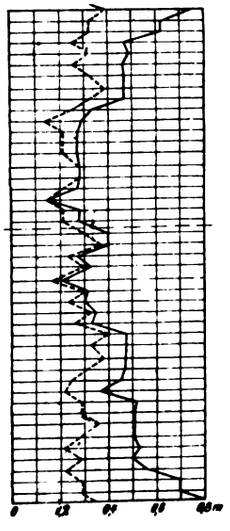


30 Richtungsgleise.

Gefälle der Ablauframpe: s_1 = 10–25 ‰, s_2 = 33–66 ‰, s_3 = 12–29 ‰, s_4 = 0 ‰, s_5 = 16–2 ‰.

Abb. 4.





40 Richtungsgleise.

50 Richtungsgleise.

Drehzuhl-Weichen 1:9 auf Holzschwellen.
Br.- Bremsturm mit Ablaufstellwerk.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

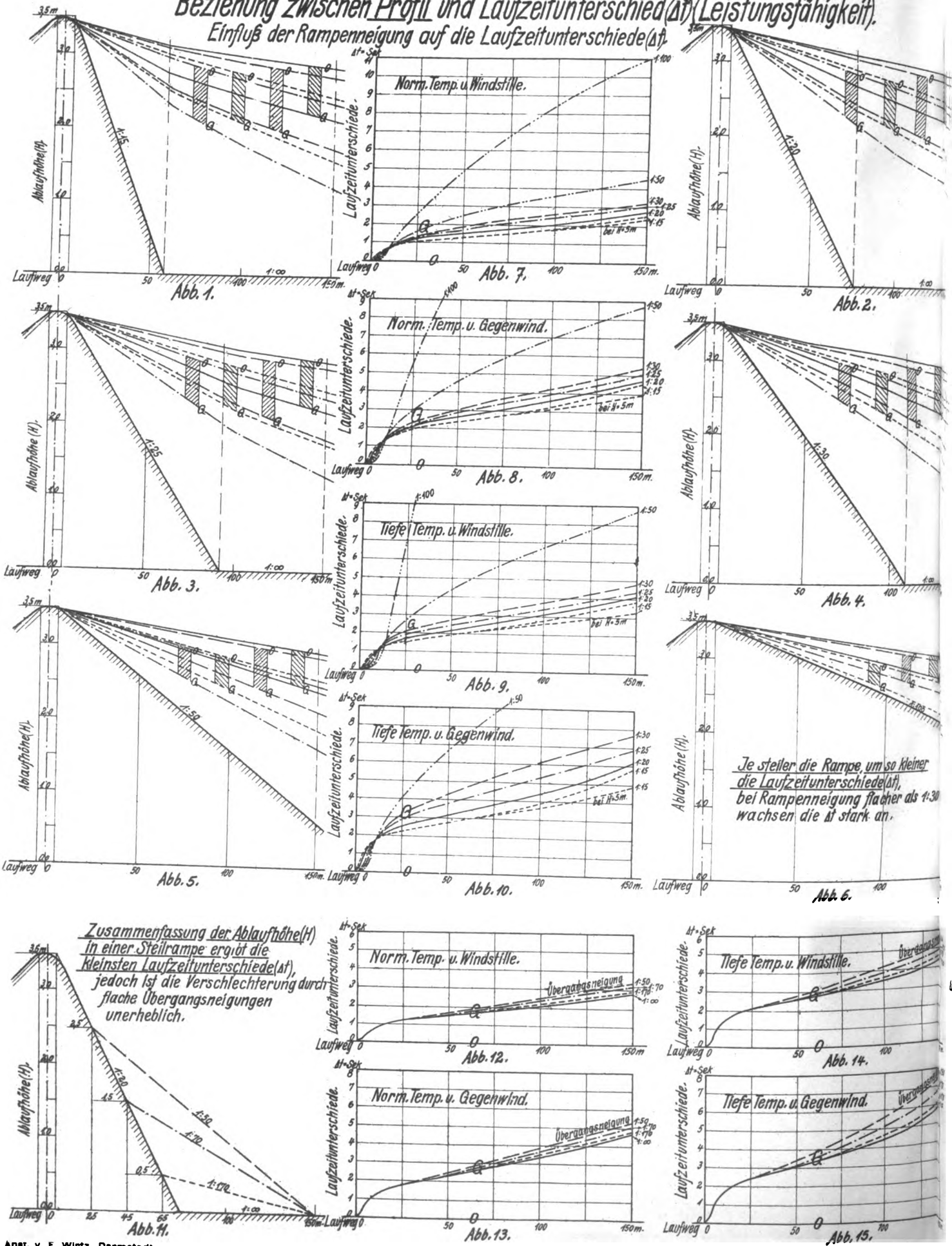
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Beziehung zwischen Profil und Laufzeitunterschied (Δt) (Leistungsfähigkeit).

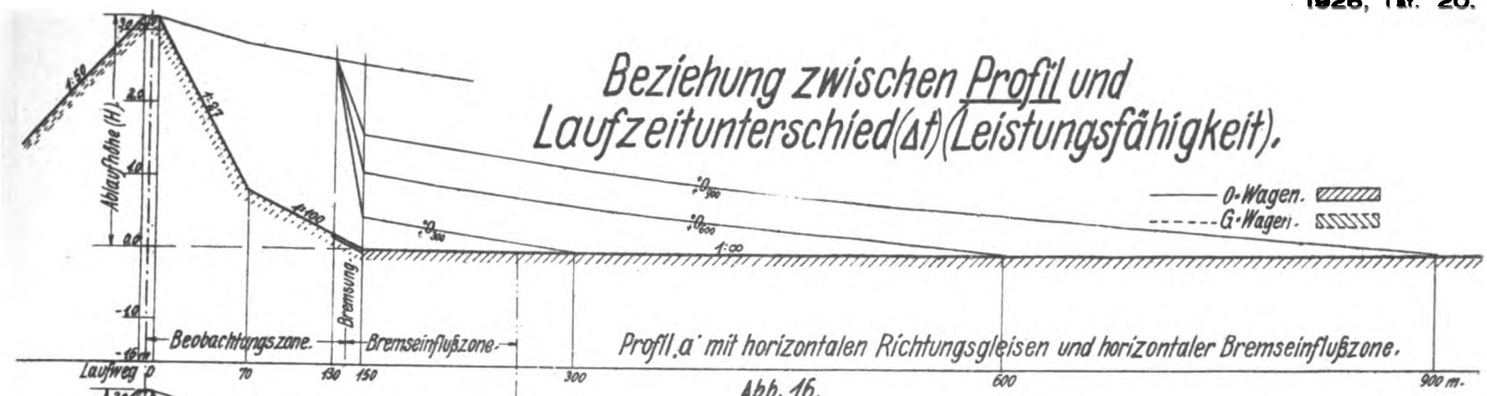
Einfluß der Rampenneigung auf die Laufzeitunterschiede (Δt).



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

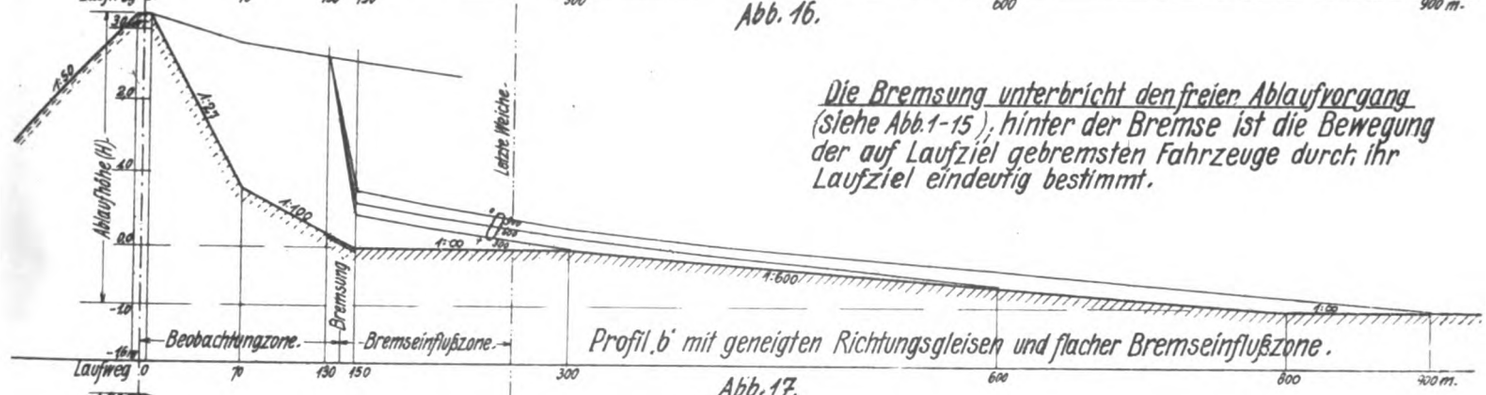
Digitized by Google

Beziehung zwischen Profil und Laufzeitunterschied (Δt) (Leistungsfähigkeit).



Profil a' mit horizontalen Richtungsgleisen und horizontaler Bremseinflußzone.

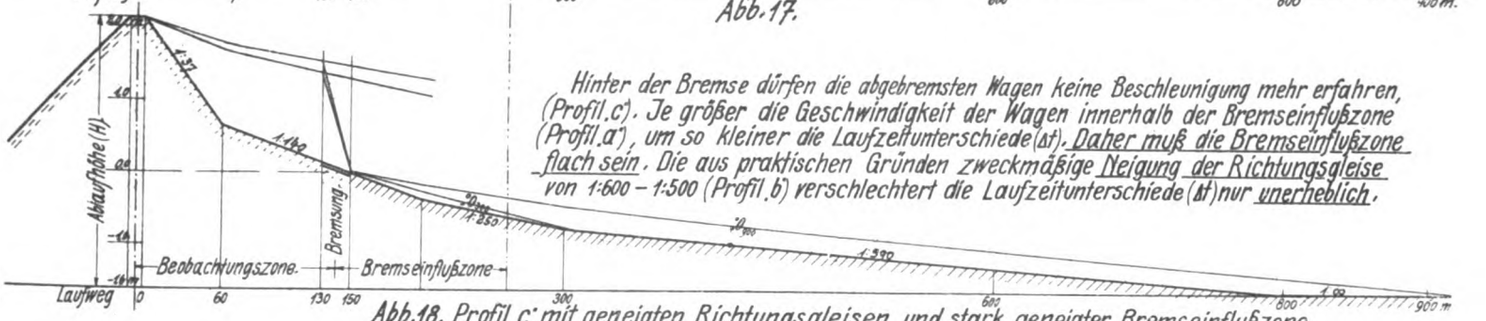
Abb. 16.



Die Bremsung unterbricht den freien Ablaufvorgang (siehe Abb. 1-15); hinter der Bremse ist die Bewegung der auf Laufziel gebremsten Fahrzeuge durch ihr Laufziel eindeutig bestimmt.

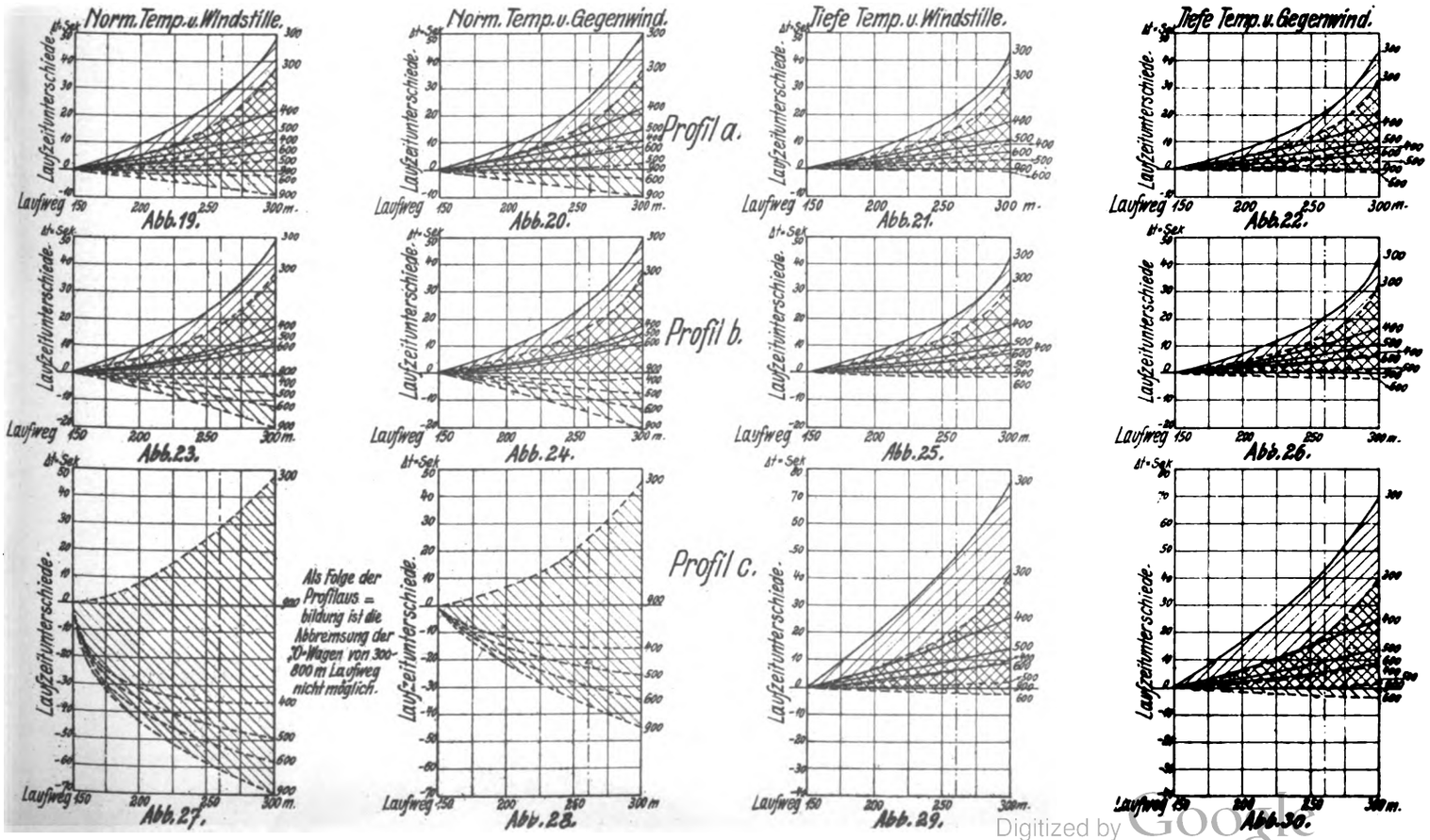
Profil b' mit geneigten Richtungsgleisen und flacher Bremseinflußzone.

Abb. 17.



Hinter der Bremse dürfen die abgebremsten Wagen keine Beschleunigung mehr erfahren, (Profil c'). Je größer die Geschwindigkeit der Wagen innerhalb der Bremseinflußzone (Profil a'), um so kleiner die Laufzeitunterschiede (Δt). Daher muß die Bremseinflußzone flach sein. Die aus praktischen Gründen zweckmäßige Neigung der Richtungsgleise von 1:600 – 1:500 (Profil b) verschlechtert die Laufzeitunterschiede (Δt) nur unerheblich.

Abb. 18. Profil c' mit geneigten Richtungsgleisen und stark geneigter Bremseinflußzone.



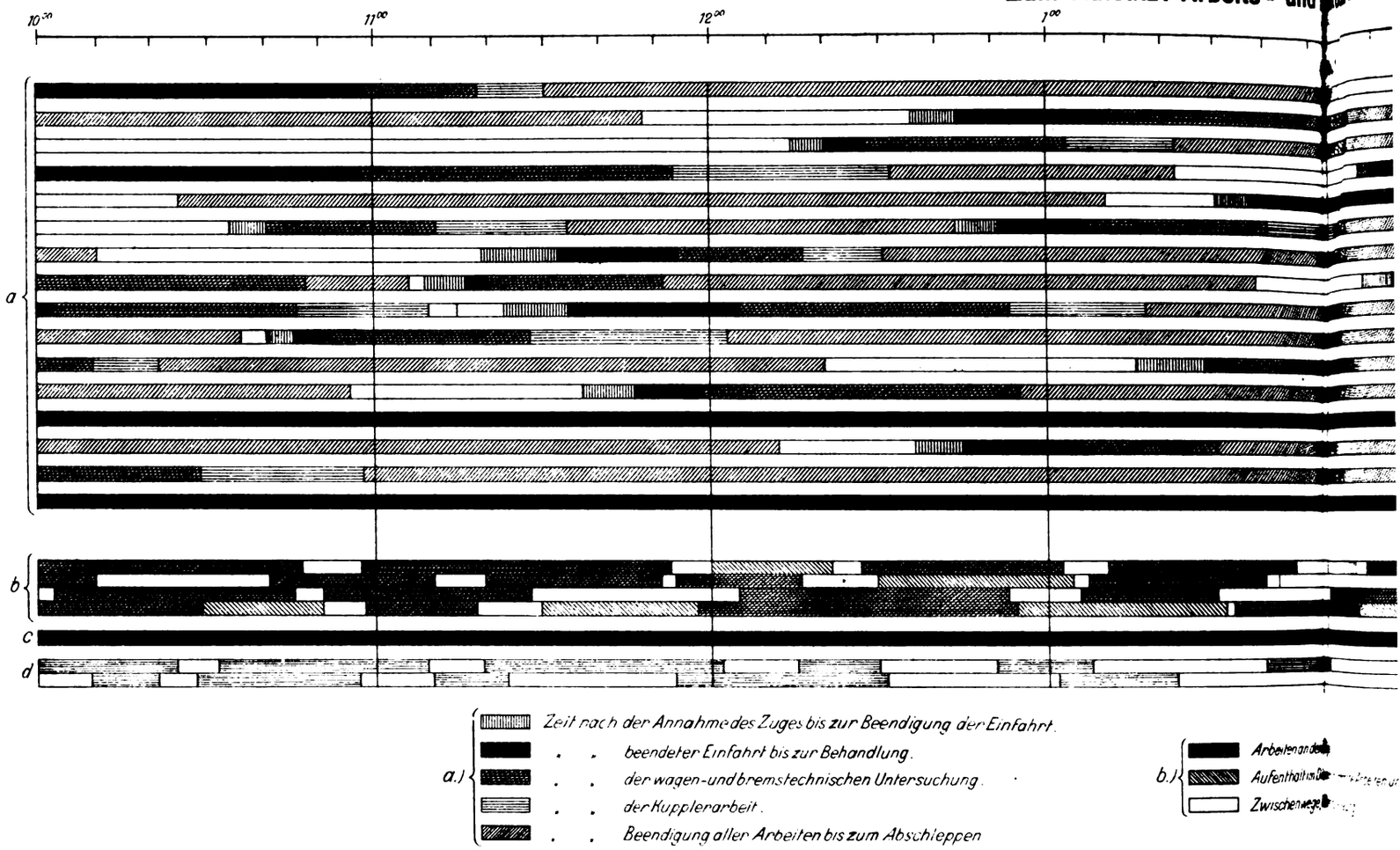
Digitized by Google

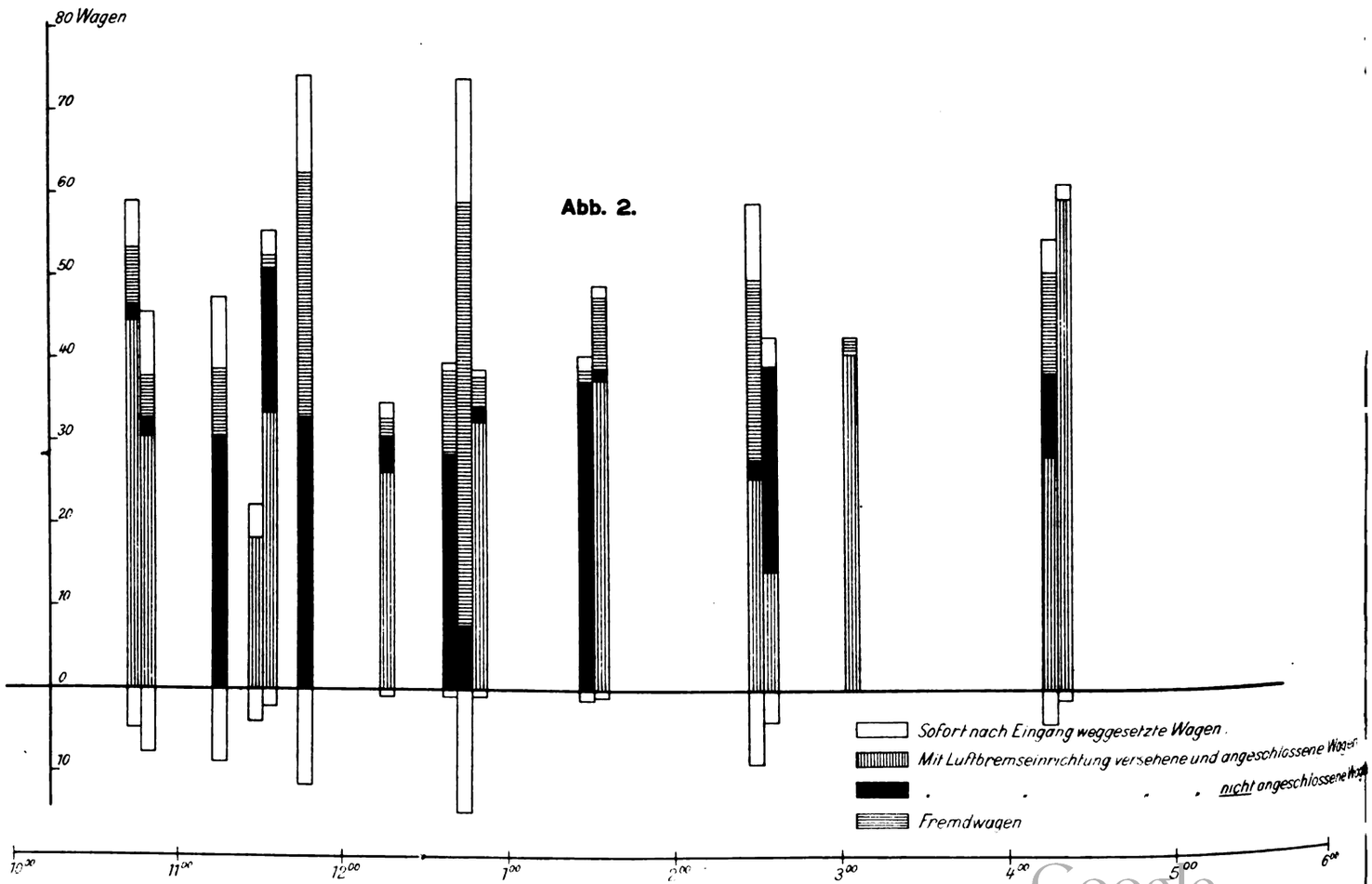
C. W. Kreidel's Verlag. München.

Digitized by Google

Digitized by Google

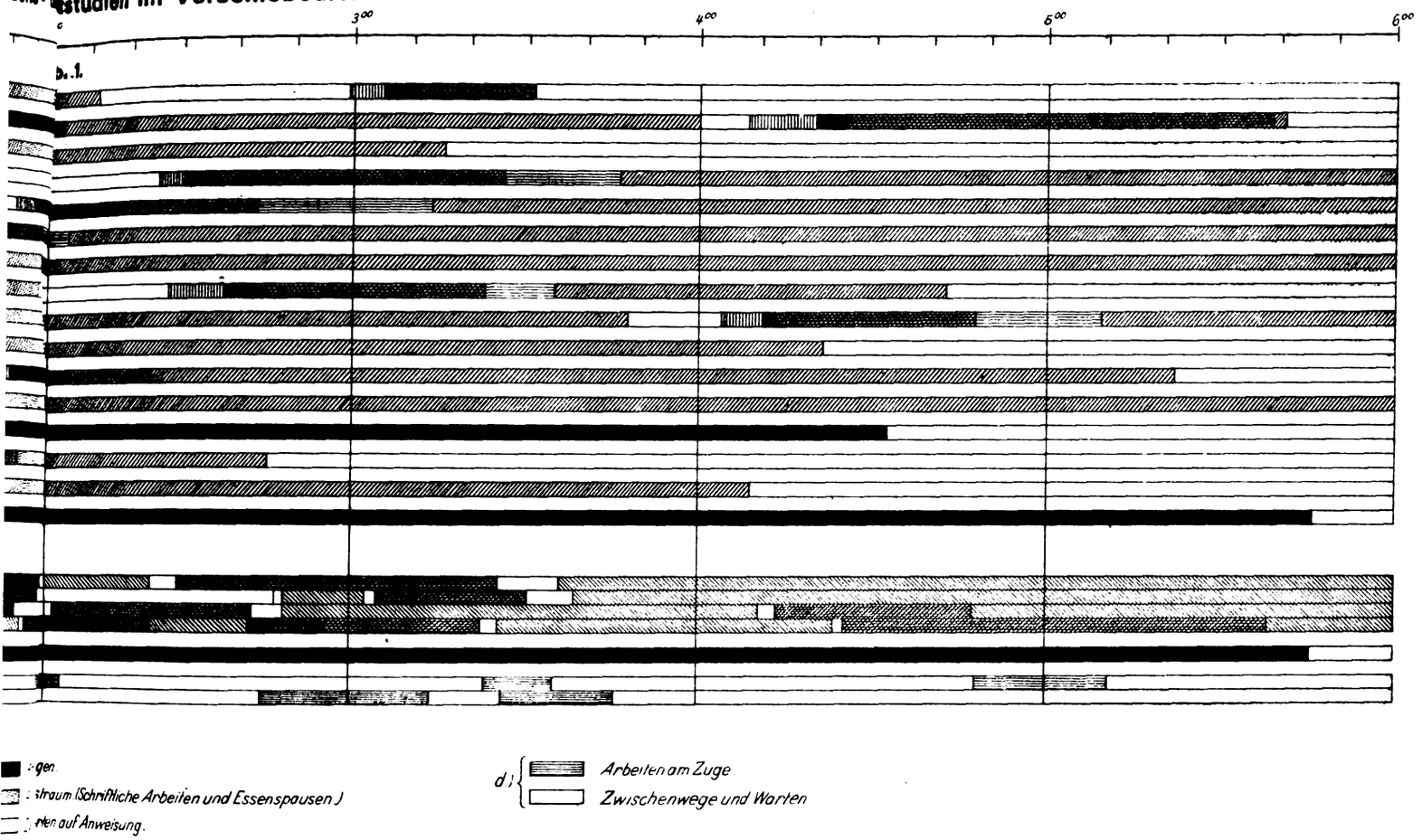
Zum Aufsatz: Arbeits- und [illegible] im Verk[illegible]





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google



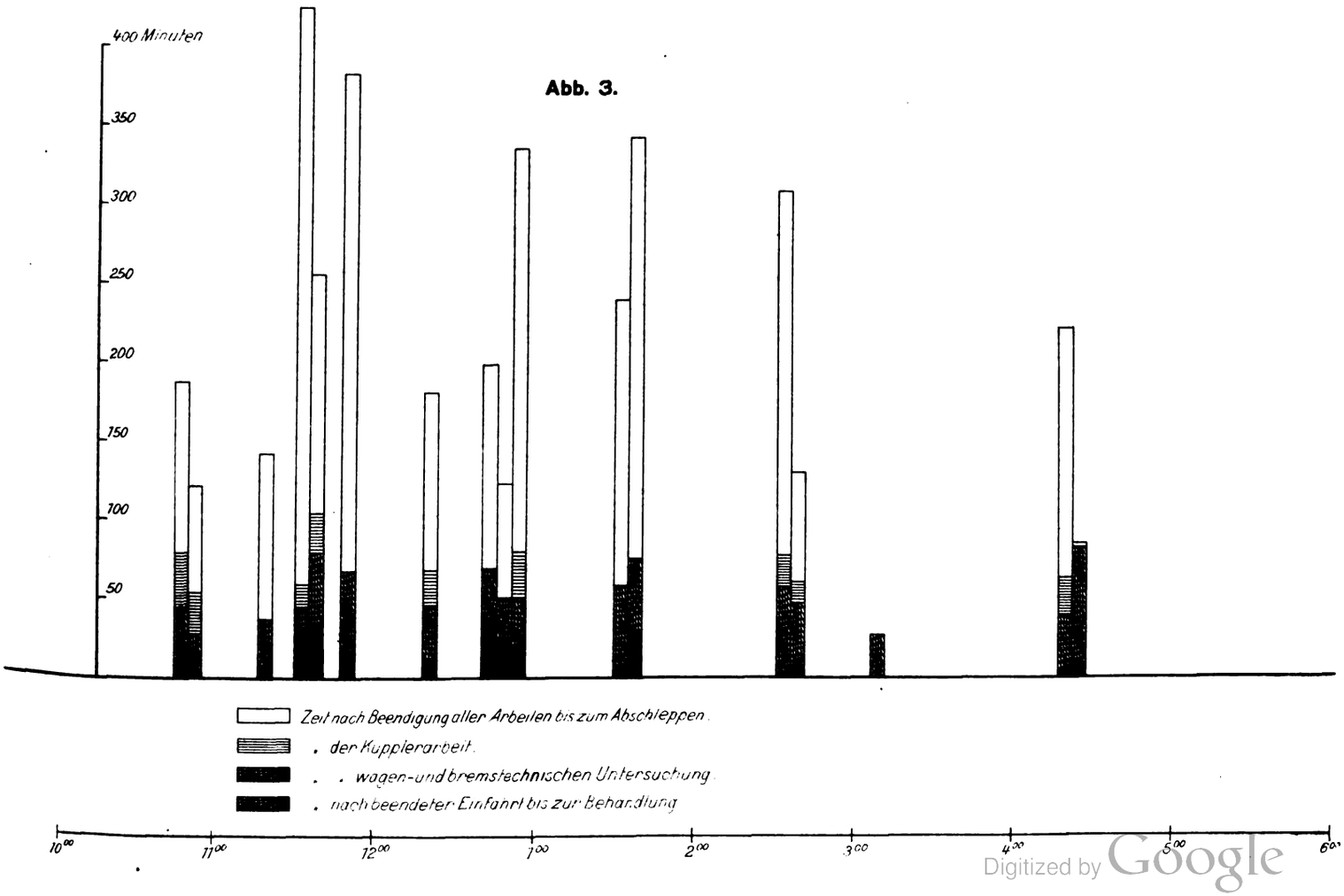


Abb. 3.

Digitized by Google

... W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

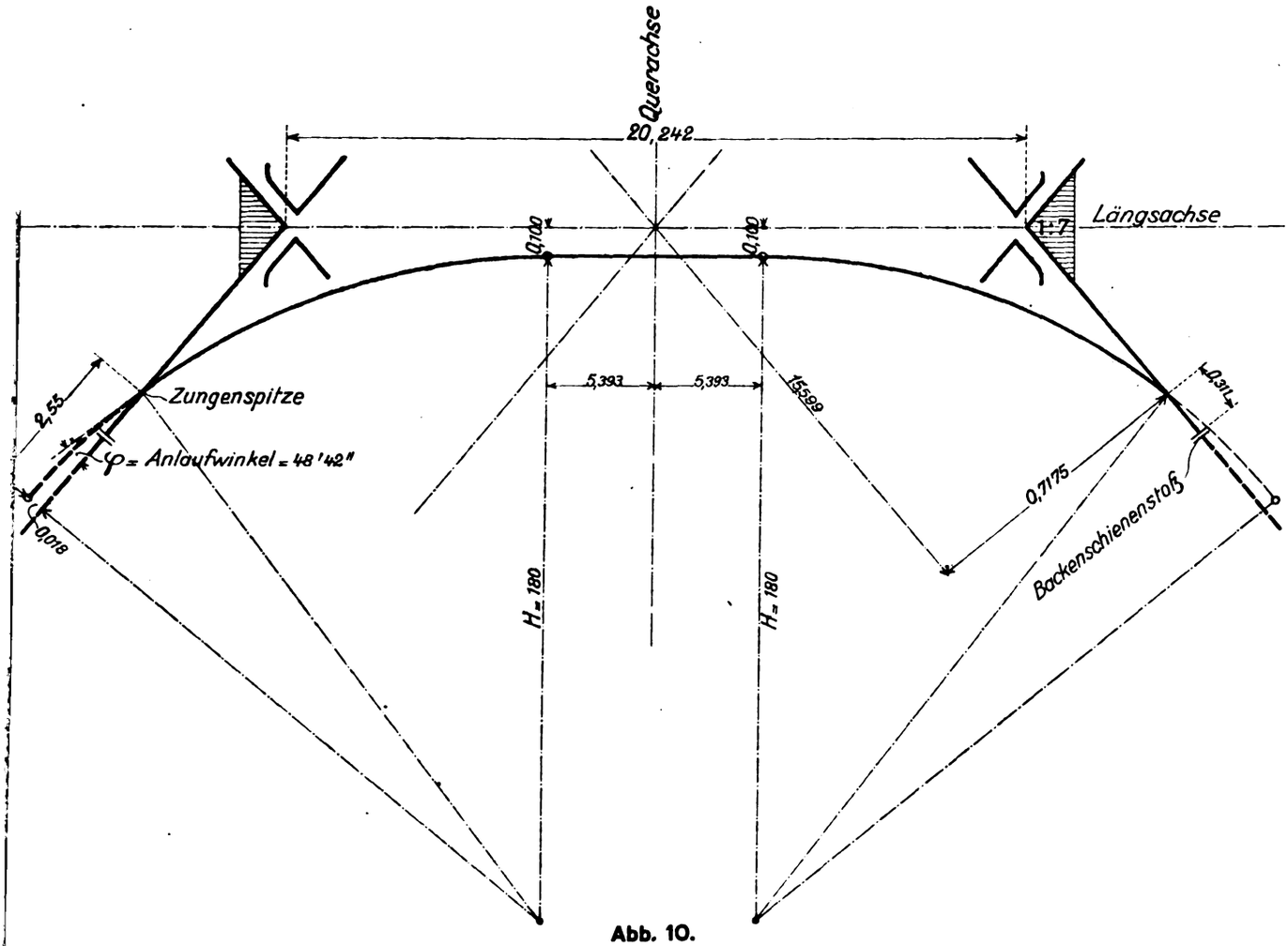


Abb. 10.

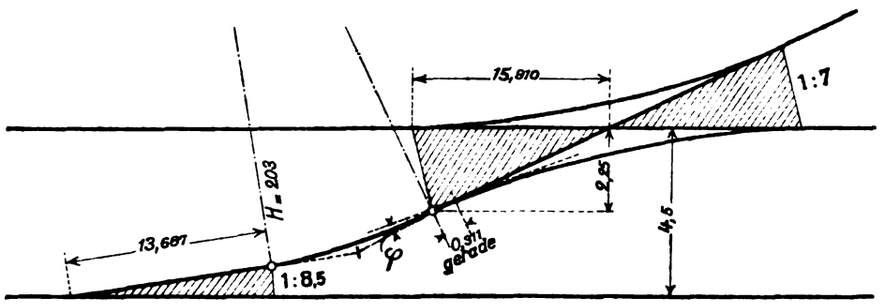


Abb. 11.

um Aufsatz: **Verkürzte Kreuzungsweichen.**

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 15. Juli 1926 Heft 13

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Preisausschreiben.

Auf Beschlufs des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen werden hiermit Geldpreise im Gesamtbetrage von 30000 Mark zur allgemeinen Bewerbung öffentlich ausgeschrieben, und zwar:

A. **für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind,**

B. **für hervorragende schriftstellerische Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens.**

Für die einzelnen Bewerbungen werden Preise von 1500 Mark bis zu 7500 Mark verliehen.

Für den Wettbewerb gelten folgende Bedingungen:

1. Nur solche Erfindungen und Verbesserungen, die ihrer Ausführung nach, und nur solche schriftstellerischen Werke, die ihrem Erscheinen nach in die Zeit

   vom 1. April 1922 bis 31. März 1928

   fallen, werden bei dem Wettbewerbe zugelassen.
2. **Jede Erfindung oder Verbesserung mufs, bevor sie zum Wettbewerb zugelassen werden kann, auf einer dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahn ausgeführt und der Antrag auf Erteilung eines Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein. Gesuche zur Begutachtung oder Erprobung von Erfindungen oder Verbesserungen sind nicht an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins, sondern unmittelbar an eine dem Verein angehörende Eisenbahnverwaltung zu richten.**
3. Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber dem zuerkannt, der die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem eigentlichen Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.
4. Die Bewerbungen müssen in Druck- oder wenigstens in gut lesbarer Maschinenschrift eingesandt werden; sie müssen die Erfindung oder Verbesserung durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle usw. übersichtlich so erläutern, dafs über die Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirksamkeit der Erfindungen oder Verbesserungen ein sicheres Urteil gefällt werden kann. Bewerbungen, die Mängel in dieser Richtung aufweisen oder Zweifel zulassen, können vom Preisausschufs zurückgewiesen werden.
5. Die Zuerkennung eines Preises schliefst die Ausnutzung oder Nachsuchung eines Patents durch den Erfinder nicht aus. Jeder Bewerber ist jedoch verpflichtet, die aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, die er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.
6. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
7. Die schriftstellerischen Werke, für die ein Preis beansprucht wird, müssen den Bewerbungen in zwei Druckstücken beigefügt sein, die zur Verfügung des Vereins bleiben.

In den Bewerbungen mufs der Nachweis erbracht werden, dafs die Erfindungen und Verbesserungen ihrer Ausführung nach, die schriftstellerischen Werke ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, die der Wettbewerb umfafst.

Die Prüfung der eingegangenen Anträge auf Zuerkennung eines Preises, sowie die Entscheidung darüber, an welche Bewerber und in welcher Höhe Preise zu erteilen sind, erfolgt durch den vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen eingesetzten Preisausschufs.

Ohne die Preisbewerbung wegen anderer Erfindungen und Verbesserungen im Eisenbahnwesen **einzuschränken,** und ohne andererseits den Preisausschufs in seinen Entscheidungen zu binden, wird die Bearbeitung folgender Aufgaben als erwünscht bezeichnet:

1. Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Güterwagenumlaufs, betrachtet vom Standpunkt des Verkehrs-, Betriebs-, Bau- und Werkstättendienstes.
2. Den rauhen Anforderungen des Bahnbetriebs gewachsene Mefseinrichtung für elektrische Lokomotiven, welche die der elektrischen Lokomotive aus dem Fahrdraht zugeführte Leistung in Abhängigkeit von der Zeit fortlaufend registriert und auch die von der Lokomotive aufgenommene elektrische Arbeit zählt und den Zählerstand laufend registriert oder in gewissen Zeitabschnitten selbsttätig aufschreibt.
3. Welche Wege können die Eisenbahnen einschlagen, um dem immer mehr fühlbaren Kraftwagenwettbewerb erfolgreich entgegenzutreten? Bedarf es im Eisenbahninteresse einer Rechtsfortbildung? (Auch Teillösungen sind bewerbungsfähig.)
4. Verfahren und Vorrichtungen, welche die von den Rädern der Lokomotive auf die Schienen während der Fahrt einwirkenden Kräfte feststellen und gegebenenfalls aufzeichnen.
5. Vorrichtung, die das Herannahen eines Zuges an unabgeschrankten Wegübergängen selbsttätig anzeigt.
6. Elektrische Bremse für elektrische Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven.

   Die Bremse soll bei allen betriebsmäfsigen Fahrgeschwindigkeiten nicht nur das ganze Lokomotivgewicht, sondern auch einen Teil des Wagenzuges abbremsen können.

Digitized by Google

Die erforderliche Einrichtung soll ein möglichst geringes Gewicht besitzen und derart beschaffen sein, dafs ihre Instandhaltung leicht durchführbar und mit geringen Kosten verbunden ist.

Die Bremse soll auch bei Stromloswerden der Fahrdrahtleitung mit Sicherheit arbeiten und eine Einrichtung besitzen, die im Falle eines Versagens der elektrischen Bremse selbsttätig die Luftdruck- (Luftsauge-) Bremse in Tätigkeit treten läfst.

Erwünscht wäre es auch, dafs die Bremseinrichtung einen Rückgewinn elektrischer Energie ermöglicht.

7. Spindelbremse hoher Übersetzung mit möglichst gutem Wirkungsgrad.
8. Abschlufs von Gleitlagern bei Fahrzeugen gegen Ölverlust und Verschmutzung.
9. **Betriebssichere und wirtschaftliche mechanische Kraftübertragung bei Schienenmotorfahrzeugen** (Verbrennungsmotortriebwagen, Diesellokomotiven usw.).

Die **Bewerbungen** müssen während des Zeitraumes

vom 1. Oktober 1927 bis 15. April 1928

postfrei an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Berlin W 9, Köthener Strafse 28/29, eingereicht werden.

Die Entscheidung über die Preisbewerbungen erfolgt im Laufe des Jahres 1929.

Berlin, im Juni 1926.

W 9, Köthener Strafse 28/29.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes im bayerischen Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Reichsbahnoberrat **Naderer**, München.

Hierzu Tafel 23 bis 28.

Einleitung.

Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes, über welche im nachstehenden berichtet werden soll, umfassen den Zeitraum von rund sechs Jahren, beginnend vom Jahre 1919 bis Ende 1925. Sie erstreckten sich im wesentlichen auf:

1. die Erstellung des Ausbauplanes und die Schaffung einer diesem Plane entsprechenden Bauorganisation;
2. die Bereitstellung der Bahnstrom-Erzeugungsanlagen;
3. den Bau der Bahnstrom-Fernleitungen;
4. die Errichtung der Unterwerke und der mit ihnen verbundenen Nebeneinrichtungen;
5. die Erstellung der elektrischen Streckenausrüstungen und deren Anschlufs an die Unterwerke, ferner die mit dem Bau der Fahrleitung verbundenen Nebenarbeiten, wie Gleisabsenkungen, Höherlegen, Verstärken und Umbau von Brücken; Umbau vorhandener Starkstromleitungen und Starkstrom-Kreuzungen;
6. den Umbau und die Ergänzung der Fernmeldeeinrichtungen und sonstigen Schwachstromanlagen der Bahn- und Postverwaltung;
7. die Beschaffung elektrischer Lokomotiven und Triebwagen;
8. die Errichtung von Werkstätten zur Unterhaltung und von Schuppen zur Hinterstellung elektrischer Lokomotiven;
9. die elektrische Zugheizung;
10. die Anpassung des Fahrplans an die elektrische Betriebsform;
11. die Ausbildung des Personals für den elektrischen Zugbetrieb sowie für die Unterhaltung der elektrischen Einrichtungen.

Die Aufstellung zeigt, dafs bei der Umstellung der Betriebsform wichtige Zweige des Eisenbahnwesens entweder eine grundlegende Veränderung oder doch wenigstens einen mehr oder weniger wesentlichen Eingriff erfahren. Der Übergang zur elektrischen Betriebsform ist daher zweifellos die gröfste Umwälzung, welche die umgestellten Strecken seit ihrem Baue durchgemacht haben. Dafs eine solche Umwälzung sich auch auf die Personalwirtschaft (z. B. durch die Art der Besetzung der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen), ferner auf die Stoffwirtschaft (z. B. durch Rückgang des Brennstoffverbrauches, des Wasserverbrauches) und in letzter Linie auch auf die Finanzwirtschaft in sehr merkbarer Weise auswirken mufs, ist selbstverständlich; hierüber sollen im Schlufswort nähere Angaben gemacht werden.

1. Ausbauplan und Bauorganisation.

Schon mehr als ein Jahrzehnt vor Beginn der zu beschreibenden Arbeiten hatten umfassende Untersuchungen über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes in Bayern ihren Abschlufs gefunden. Diese wertvollen, in der Denkschrift des Bayerischen Verkehrsministeriums vom 7. April 1908 enthaltenen Vorarbeiten erstreckten sich in ihrem allgemeinen Teile auf die Feststellung des Kraftbedarfes für die einzelnen Bahnlinien und für das gesamte bayerische Bahnnetz, ferner auf Untersuchungen über die Wahl der Stromart und auf die Prüfung der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes. Ein besonderer Teil der genannten Denkschrift befafste sich mit Einzeluntersuchungen über die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Salzburg — Reichenhall — Berchtesgaden und auf dem bayerischen Teil der Mittenwaldbahn, ferner auf den Strecken der Garmischer und Holzkirchener Liniengruppe; ein Teil dieser Betrachtungen war auch der Bereitstellung der Kraftquellen für den elektrischen Betrieb der genannten Strecken gewidmet. Während dieser auf der Mittenwaldbahn im Jahre 1912/13 mit der Betriebseröffnung dieser Strecke, jener auf der Linie Salzburg—Berchtesgaden im Jahre 1915 eingeführt werden konnte, blieb die Umstellung der Betriebsform auf der Holzkirchener und Garmischer Liniengruppe vorerst unmöglich, weil der Ausbau der für die Stromlieferung in Betracht kommenden Kraftquelle, des Walchenseewerkes, nicht durchgesetzt werden konnte. Als dann die Nöte des Krieges den Wert der Wasserkräfte deutlich vor Augen gestellt hatten, schritt die bayerische Regierung, gestützt durch die zielbewufste Tatkraft Oscar von Millers, zu ihrer Erschliefsung. Damit mufste auch Entscheid getroffen werden über die Aufteilung in der Verwendung der auszubauenden Kräfte; denn die Verschiedenheit in der Stromart für die Zwecke der allgemeinen Landesversorgung (Drehstrom mit

Digitized by Google

50 Doppelwechsel) und des elektrischen Zugbetriebes (Einphasen-Wechselstrom mit $16\,^2/_3$ Doppelwechsel) beeinflufst zwar nicht den Ausbau der Wasser-, wohl aber jenen der Kraftgewinnungsanlagen in mafsgebender Weise. Auch bestand von Anfang an mit Rücksicht auf die Ausnützung der Wasserführung kein Zweifel, dafs die Auswertung einzelner Kräfte ausschliefslich für die Zwecke der Bahnstromerzeugung wirtschaftlich ungünstiger ist als ihre gleichzeitige Verwendung für die allgemeine Landesversorgung. Dem Aufteilungsschlüssel für die Verwendung der ausgebauten Wasserkräfte mufs aber jeweils Umfang und Verkehrsgröfse der vom Dampf- auf den elektrischen Betrieb umgestellten Bahnlinien entsprechen. Es war daher erforderlich, einen Ausbauplan für die Einführung des elektrischen Betriebes aufzustellen. Der 1920 vom Herrn Reichsverkehrsminister gebilligte Bauplan reichte bis zum Jahre 1930 und nahm neben der Einführung des elektrischen Betriebes auf den wichtigsten Hauptbahnstrecken südlich der Donau auch die Umstellung der Linien Augsburg—Treuchtlingen, Ingolstadt—Nürnberg und Regensburg—Hof in Aussicht mit einer Gesamtlänge von 1480 km und einem jährlichen Kohlenverbrauch von rund 480 000 t.

Wenn auch die finanzielle Bedrängnis, in welche die Deutsche Reichsbahn durch Annahme des Dawes-Gutachtens geriet, die Einhaltung des Bauplanes vom Jahre 1920 nicht zuliefs, so konnten doch bis Ende 1925 folgende Linien auf die elektrische Betriebsform umgestellt werden:

München—Garmisch . . .	100,6	km
München—Gauting Nahbahn	18,9	»
Tutzing—Kochel	35,5	»
Weilheim—Peifsenberg . .	8,9	»
München—Herrsching . .	38,3	»
München—Landshut . . .	76,1	»

hierzu die Güterverbindungsbahnen:

Pasing—München Laim . .	3,1	km
Moosach—München Laim .	5,49	»
zusammen . .	286,89	km

In Angriff genommen sind bereits die Strecken:

Landshut—Regensburg	62,1	km
Feldmoching—München Ost Güterbahn	18,3	»
München—Rosenheim—Kufstein	99,0	»
München Laim—München Südbhf. Güterbahn . .	4,73	»
zusammen . .	184,13	km

deren Umstellung wenigstens in einzelnen Abschnitten noch im laufenden Jahre vor sich gehen wird. Für 1927 kann mit einem Zuwachs der elektrisch betriebenen Strecken auf 286,89 + 184,13 = rund 471 km gerechnet werden; hierzu kommen noch die schon früher gebauten Versuchsstrecken Salzburg — Reichenhall — Berchtesgaden (21,6 km), der auf Reichsgebiet liegende Teil der Mittenwaldbahn (37,9 km), sowie die Gleichstrombahnen (1000 Volt) Berchtesgaden—Reichsgrenze bei Schellenberg (12,6 km) und Berchtesgaden—Königsee (4,3 km), so dafs im Jahre 1927 die Gesamtlänge der elektrisch betriebenen Reichsbahnstrecken in Bayern sich auf 547 km belaufen wird.

Die Durchführung der Bauarbeiten forderte die Schaffung einer besonderen Bauorganisation. Die erste Entwurfsbearbeitung durch örtliche Aufnahmen, ferner die Beaufsichtigung des Baubetriebes für die Erstellung der Streckenausrüstungen, Speise- und Fernleitungen sowie der Unterwerke obliegt besonders hierfür errichteten Ämtern, den Neubauinspektionen für den elektrischen Eisenbahnbetrieb, denen an wichtigen Punkten (Unterwerken) eigene Bauführungen unterstellt sind.

Der Bau der Fahr-, Speise- und Fernleitungen wird, in Lose unterteilt, an die elektrotechnischen Bauanstalten vergeben; die Arbeiten in den einzelnen Losen werden durch Unterbeamte der Neubauinspektionen beaufsichtigt; diesen Beamten obliegt nach Umstellung der Strecke auf die elektrische Betriebsform die Unterhaltung der unter ihren Augen entstandenen Anlagen. Die Entwürfe der Neubauinspektionen werden durch die Reichsbahndirektionen geprüft und berichtigt; diese erwirken deren Genehmigung durch die Reichsbahn- und Landesaufsichtsbehörden, sorgen ferner für einheitliche Bauausführung und Zusammenarbeiten der Inspektionen sowie für Beschaffung der Baustoffe und Bereitstellung der Mittel. Zu diesem Zwecke sind die Reichsbahndirektionen München und Regensburg mit je einem Stabe von Beamten ausgestattet, die in einem »starkstromtechnischen Büro« zusammengefafst sind, welches dem Referenten für Starkstrom und elektrische Bahnen untersteht. Die Errichtung der Werkstätten- und Schuppenanlagen für die elektrischen Triebfahrzeuge gehört in den Geschäftsbereich eines besonderen maschinentechnischen Neubaureferates; dafs aufserdem die Hochbaureferate, ferner die bautechnischen Referate anläfslich der Absenkung der Gleise, des Verstärkens und Abänderns der Brücken und Überbauten, sowie auch die Betriebs- und Verwaltungsreferate der Reichsbahndirektionen mit der Entscheidung der einschlägigen, nach dem Geschäftsplan von ihnen zu behandelnden Fragen, welche die Umstellung der Betriebsform betreffen, befafst sind oder wenigstens bei deren Erledigung mitzuwirken haben, ist durch die allgemeine Organisation der Reichsbahndirektionen begründet. Nicht zu den Geschäftsaufgaben der letzteren gehört die Behandlung jener Fragen, die über die Belange einer Direktion hinausgreifen, wie die Beschaffung der Triebfahrzeuge, die elektrische Zugheizung, die Strombelieferung usw.; diese gehören in den Geschäftsbereich der Gruppenverwaltung, der überdies die Oberleitung der gesamten Arbeiten zusteht.

2. Bereitstellung der Bahnstrom-Erzeugungsanlagen.

Arbeitsbedarf und Belastungsverlauf eines elektrisch betriebenen Bahnnetzes sind durch Verkehrsgröfse und Fahrplan bestimmt. Die letzteren werden wesentlich beeinflufst von den jeweiligen wirtschaftlichen Verhältnissen. Die Entscheidung der Frage, in welchem Umfang Kraft- und Arbeitsdarbietung der zu erschliefsenden Grofswasserkräfte den Zwecken des elektrischen Zugbetriebes dienstbar gemacht werden sollte, war in einer Zeit des wirtschaftlichen Tiefstandes (1919/20) besonders schwierig. Dazu kommt, dafs einerseits die Ausnützung der Bahnstrom-Erzeugungsanlagen im allgemeinen Betriebe eine ungünstigere ist als jene der Drehstromerzeuger, andrerseits wegen der niedrigeren Wechselzahl Gewicht und damit auch Preis der Bahnstromerzeuger je Leistungseinheit höher ist als jener der Drehstromerzeuger. Auch war von vornherein klar, dafs aus wirtschaftlichen und technischen Gründen die Umstellung der einzelnen Eisenbahnstrecken auf die elektrische Betriebsform nicht auf einmal mit der Fertigstellung der Wasserkräfte, sondern nur schrittweise erfolgen konnte. Im Gegensatz hierzu ist der schrittweise Ausbau der Wasser- und zum Teil auch der Kraftgewinnungsanlagen im allgemeinen nicht möglich. Den hierdurch bedingten wirtschaftlichen Schwierigkeiten wurde einerseits durch Beteiligung der Reichsbahn an den Aktiengesellschaften, welche den Ausbau der zunächst von der bayerischen Regierung in Angriff genommenen Grofswasserkräfte, nämlich des Walchenseewerkes und der Mittleren Isar, vollendeten, sowie durch Gewährung eines zinslosen Darlehens an diese Gesellschaften in der Höhe des Ausbauwertes der für die Bahnstromerzeugung in Betracht kommenden Anlagen, andererseits durch Abschlufs eines dem Ausbauplane über die Einführung des elektrischen Zugbetriebes angepafsten Stromlieferungsvertrages mit der den Betrieb der Grofswasserkräfte führenden Aktiengesellschaft, dem Bayernwerke begegnet. Hierbei ist, soweit der Ausbau der Kraftgewinnungsanlagen, wie bei der Mittleren Isar, in zwei Bauabschnitten erfolgt, die Möglichkeit der Beteiligung und

Digitized by Google

des Strombezuges aus der erweiterten Anlage sicher gestellt. Nachstehende Übersicht 1 gibt Aufschlufs über die Leistung der in den Wasserkräften (Ende 1925) ausgebauten und für den weiteren Ausbau vorgesehenen Bahnstromerzeuger. Die technischen Einzelheiten, im besonderen jene der Bahnstromerzeugung der beiden Grofswasserkräfte sind im Schrifttum*) wiederholt eingehend beschrieben worden; in der nachstehenden Übersicht 2 sind die wichtigsten für ihre Kennzeichnung mafsgebenden Angaben zusammengefafst.

*) Organ 1922, Heft 11; Elektrische Bahnen 1925, Heft 2, 6 und 10; Wechmann, „Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn", Seite 55 bis 65.

Die hohe Bedeutung des Walchenseewerkes für den elektrischen Zugbetrieb in Süddeutschland liegt in seiner Fähigkeit, grofse Spitzen des Kraftverlangens decken zu können und zwar zu jeder Jahreszeit, vermöge der Wasserspeicherung im Walchensee. Dafs letzterer zugleich als Jahresspeicher eine äufserst wertvolle Sicherung der Strombelieferung in Zeiten der Wasserknappheit, in der Regel im Winter, bildet, stempelt das Werk zu einer sowohl als Spitzen- als auch als Ausgleichskraft hervorragenden Hochdruckanlage. Ein Beispiel aus dem Zugförderungsdienst veranschaulicht dies am besten. Ein Sonderzug mit 500 Bruttotonnen Gewicht soll elektrisch von Regensburg bis Kufstein befördert und der Arbeitsverbrauch hierzu

Übersicht 1.

Stromlieferung.

O.-Z.	Kraftwerk	Kraftstufe	Die eingebaute Turbinenleistung genügt für eine Leistung der Bahnstromerzeuger in Kilowatt von: I. Ausbau (1925) Zahl der Einheiten	I. Ausbau (1925) Leistung je Einheit kW	II. Ausbau Zahl der Einheiten	II. Ausbau Leistung je Einheit kW	I. und II. Ausbau Zahl aller Einheiten	I. und II. Ausbau Leistung aller Einheiten kW
1	Walchenseewerk . .	—	4	15000 1)	—	—	4	60000
2	Mittlere Isar							
	a)	Aufkirchen	2	8600 2)	—	—	2	17200
	b)	Eitting	1	8200 2)	1	8200 2)	2	16400
	c)	Pfrombach	—	—	1	13400 3)	1	13400
		Zusammen:	7	85400	2	21600	9	107000

1) Leistung der Bahnstromerzeuger je 10650 kVA; überlastbar um 40 % auf 1 Std. um 100 % auf 3 Min.
2) Leistung der Bahnstromerzeuger je 12000 kVA; überlastbar um 25 % auf 1/2 Std.
3) Leistung des Bahnstromerzeugers 19200 kVA; überlastbar um 25 % auf 1/2 Std.

Übersicht 2.

Wasserkräfte zur Speisung des Bahnnetzes.

Bauteil	Walchenseewerk	Mittlere Isar Aufkirchen	Mittlere Isar Eitting
I. Wassergewinnung.			
Stauhöhe am Wehr . . . . . m	4,0 1)	4,45 2)	
Gröfste Wasserführung der Kanalstrecke . . . . . m³/Sek.	25,0	150/125/132 3)	
Länge der Kanalstrecke . . . . . km	8,2 4)	38,9 (53,7) 5)	
II. Kraftgewinnung.			
Mittlere Seefläche . . . . . qkm	16,2	6)	
Speicherinhalt . . . . . m³	78 (110) . 10⁶ 7)		
Wasserführung des Druckstollens . . m³/Sek.	64 8)		
Zahl der Druckrohrleitungen	6 (2) 9)	4 (2) 10)	3 (1) 11)
Länge der Rohrbahn . . . . . m	430	33,5	47,7
Mittleres Nutzgefälle . . . . . m	192	26,4	25,3
Zahl der Turbinen für Bahnstromerzeugung .	4	2	1
Leistung jeder Turbine für Bahnstromerzeugung . . . . . PS	18000 12)	12000	
Schluckfähigkeit der Turbinen . . . m³/Sek.	10 13)	42	
Bauart der Turbinen für Bahnstromerzeugung	Zwillings-Freistahlturbinen (wagrechte Welle) a)	Francis-Spiralturbinen (senkrechte Welle) b)	
Drehzahl der Turbinen in der Minute . . .	250	166 2/3	
Dauerleistung der Bahnstromerzeuger . kVA	10650 c)	12000 d)	
Erzeugerspannung . . . . . kV	6,0 bis 6,9	6,0 bis 6,6	
Gewicht des Ständers e) . . . . . t	158 (SSW)	150 (BBC)	
Äufserer Durchmesser des Ständers . . . m	6,9 „	7.04 *) „	
Gewicht des Läufers . . . . . t	115 „	96 „	
Gewicht eines Poles . . . . . t	7,65 „	2,9 „	

1) Bei Krünn. 2) Bei Oberföhring.
3) 150 m³/Sek. vom Einlaufbauwerk bis Finsing wegen Füllen des späteren Speicherweihers; 125 m³/Sek. von Finsing bis Stufe Eitting; 132 m³/Sek. Endstrecke (wegen Seitenbäche).
4) Einschliefslich Freispiegelstollen Wallgau-Sachsensee 1500 m lang.
5) Voller Ausbau; durchschnittlich 0,105 m/km Wasserspiegelgefälle; Länge des Sempt-flutkanales 5,57 km.
6) Speicherweiher von Finsing noch nicht gebaut.
7) 78 . 10⁶ bei Absenkung von +0,3 m auf − 4,6 m
110 . 10⁶ „ „ „ +0,3 m auf − 6,6 m
8) Bei v = 3,5 m/Sek.; Stollen 1200 m lang; kreisförmiges Profil mit 4,8 m Durchmesser.
9) Hiervon 2 für Einphasenstromerzeugung lichter Durchmesser am Wasserschlofs 2,25 m
„ „ vor dem Kraftwerk 1,85 m
„ „ vor der Turbine 1,2 m.
10) Hiervon 2 für Einphasenstromerzeugung 5,0 m lichter Durchmesser.
11) Hiervon 1 für Einphasenstromerzeugung.
12) Günstigster Wirkungsgrad (0,83) bei 9000 PS.
13) Bei Höchstbelastung.
a) Gröfster Laufraddurchmesser: 2,78 m
b) „ „ „ : 3,03 m
„ Spiralendurchmesser: 14,00 m
c) Bei cos φ = 0,75. d) Bei cos φ = 0,7 zugleich Dauerleistung des zu jeden Erzeuger gehörigen Umspanners 6,0/110 kV.
e) Gewichte annähernd.
*) Äufserer Grundring.

Digitized by Google

aus dem Speicherinhalt des Walchensees gedeckt werden. Rechnet man einen Verbrauch im Kraftwerk von durchschnittlich 26 Wh je Brutto/km auf die Länge von 237 km (d. i. die Entfernung Regensburg—Kufstein), so ermittelt sich der Gesamtarbeitsverbrauch im Kraftwerk zu $A = 500 . 237 . 0{,}026 = 3081$ kWh.

Um bei $H^W = 193$ m Nutzgefälle die Arbeitsmenge von 3081 kWh zu erzeugen, ist eine Wassermenge von

$$Q^W = \frac{493}{193} . A = 2{,}5544 . 3081 = 7870 \text{ m}^3$$

nötig. Da die mittlere Seefläche 16,2 qkm überdeckt, bedeutet die Wasserentnahme von 7870 m³ oder die Zugförderungsleistung von 237 . 500 = 118500 tkm eine Absenkung der Seespiegelfläche in mm um:

$$a = 1000 . \frac{Q^W}{16{,}2 . 10^6} = \frac{1000 . 7870}{16{,}2 . 10^6} = 0{,}4858 = \text{rd. } 0{,}5 \text{ mm.}$$

Wenn rund $^1/_3$ des gröfsten Speicherinhaltes des Walchensees (bei 6,6 m Absenkung), d. i. eine Wassermenge von 36 Millionen m³ für den elektrischen Zugbetrieb zur Verfügung steht, so können mit diesem Vorrat

$$\frac{237 . 500}{Q^W} . 36 . 10^6 = 542 \times 10^6 \text{ tkm}$$

geleistet werden, also eine Zugförderungsleistung, wie sie im Jahre auf der Strecke von Regensburg bis Landshut anfällt.

Gegenüber solch ausgezeichneten Vorzügen dieser Hochdruckanlage kann die verhältnismäfsig grofse Entfernung derselben vom Verkehrsschwerpunkt (Entfernung Walchenseewerk—München rund 70 km) in keiner Weise ins Gewicht fallen; denn letztere beeinflufst lediglich die Kosten der Kraftübertragung.

Das oben durchgeführte Beispiel bietet auch einen guten Wertmesser für die Beurteilung der zur Bahnstrom-Erzeugung herangezogenen Mitteldruckstufen Aufkirchen und Eitting des Grofskraftwerkes Mittlere Isar, die etwa 35 km nördlich von München, dem wichtigsten Verkehrsknotenpunkte Süddeutschlands, liegen. Soll die Arbeitslieferung für den untersuchten Sonderzug Regensburg—Kufstein aus den genannten Kraftstufen erfolgen, so ist hierzu bei einem mittleren Gefälle von $H^{MJ} = 26{,}4 + 25{,}3 = 51{,}7$ m eine Wassermenge von

$$Q^{MJ} = \frac{493}{51{,}7} . 3081 = \text{rd. } 30000 \text{ m}^3$$

erforderlich. Wird angenommen, dafs der Wasserzulauf in den Werkkanal am Einlaufbauwerk (bei Oberföhring) — so lange der geplante Speicherweiher mit $34{,}7 . 10^6$ Gesamtfassungsraum noch nicht gebaut ist — für andere Zwecke benötigt wird, so mufs die Arbeitsabgabe für den Sonderzug aus dem Wasserinhalt der vor den Kraftstufen liegenden Kanalhaltungen entnommen werden; da der Inhalt der Haltung vor Stufe Aufkirchen etwa $1{,}23 . 10^6$ m³, jener vor Stufe Eitting $0{,}71 . 10^6$ m³ beträgt, so tritt eine Verminderung des Wasservorrates durch die Sonderleistung bei der erstgenannten Haltung auf 98,78 v. H., bei der letztgenannten auf 97,89 v. H. ein Die Zahlen zeigen, dafs im Notfalle auch die Mitteldruckstufen Spitzen- und Sonderleistungen übernehmen können, eine Eigenschaft, die — besonders nach Ausbau des Speicherweihers — die Mittlere Isar zu einem ganz vollwertigen Bahnstromkraftwerk macht. Ihre Bedeutung für den elektrischen Zugbetrieb in Süddeutschland wird allerdings weniger durch diese Eigenschaft, als durch den Umfang der Stromlieferung gekennzeichnet sein, der später ein Vielfaches von jenem des Walchenseewerkes betragen wird.

3. Bau der Bahnstrom-Fernleitungen.

Für die Wahl der Höhe der Übertragungsspannung zur Bahnstromverteilung von den Kraftwerken ab war Länge und Verlauf der nach dem Ausbauplan auf die neue Betriebsform umzustellenden Bahnstrecken mafsgebend. Da unter den letzteren sich auch Linien nördlich der Donau (Luftlinie Walchenseewerk—Regensburg 175 km, Walchenseewerk—Nürnberg 215 km) befanden, ferner auch die Bahnstromversorgung von nach Südwestdeutschland führenden Linien (München—Ulm—Stuttgart) ins Auge zu fassen war, kam für die Fernübertragung nur eine Spannung von 110 kV in Frage.

Für die Linienführung der Übertragungsleitungen war aufser der örtlichen Lage der elektrischen Stützpunkte (Bahnstromunterwerke) noch die Forderung nach gröfster Sicherheit für die Strombelieferung der letzteren entscheidend. Die Leitungsstrafsen waren daher so anzuordnen, dafs wichtige Stützpunkte von mindestens zwei voneinander unabhängigen Kraftquellen aus und mit Hilfe von zwei örtlich getrennten Leitungsstrafsen versorgt werden können. Solchen Forderungen wird genügt durch eine Vermaschung des Oberspannungsnetzes, wie sie der in Textabb. 1 wiedergegebene Zukunftsplan darstellt.

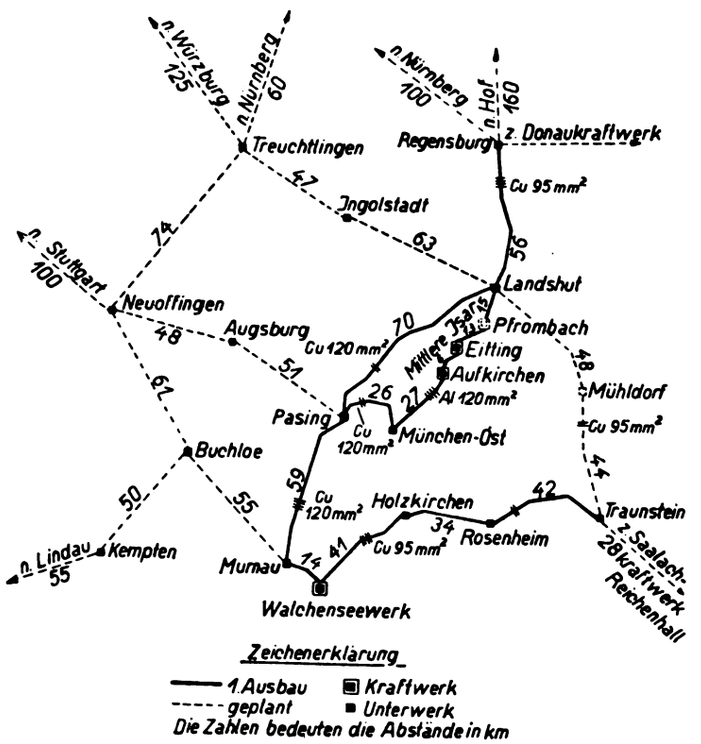


Abb. 1. 110 kV Bahnstromfernleitungsnetz.

Von den geplanten 110 kV Übertragungsleitungen waren Ende 1925 betriebsfertig die Leitungsstrafsen:

Walchenseewerk—Murnau—Pasing . .	73 km
Pasing—Landshut	70 »
Pasing—München Ost	26 »
München Ost—Landshut	61 »
zusammen . .	230 km

im Bau begriffen:

Walchenseewerk—Holzkirchen Rosenheim	75 km
Landshut—Regensburg	56 »
zusammen . .	131 km.

Sowohl vom Walchenseewerke als auch von der Mittleren Isar führen je zwei Leitungsstrafsen ab. Man erkennt bereits den Beginn der Vermaschung des Netzes durch den Ausbau des 110 kV-Ringes Pasing—Landshut—Mittlere Isar—München Ost—Pasing mit 157 km Gesamtlänge. Eine zweite, weit gröfsere Leitungsmasche wird die Stützpunkte für die Bahnstrecken Südostbayerns beherrschen, nämlich der Ring Walchenseewerk—Rosenheim—Traunstein—Landshut—Pasing—Walchenseewerk mit einer Längenausdehnung von 338 km.

Digitized by Google

Der Verlauf der Leitungsstrafsen zwischen den Kraftwerken und den Stützpunkten bedingte bisher eine Mehrlänge der ausgebauten Leitungen von durchschnittlich 11,6 % gegenüber der Luftlinie; die geringste Mehrlänge, nämlich 6,4 %, weist die Leitungsstrafse Walchenseewerk—Rosenheim auf, die gröfste, nämlich 68 %, die Leitung Pasing—München Ost, welche die Stadt München im Norden umfährt. Bei der Festlegung der Linienführung wurde in gleicher Weise wie bei den Höchstspannungsleitungen der Überlandversorgung auf die Belange der Forst- und Landwirtschaft, sowie des Heimatschutzes Rücksicht genommen; besonderer Wert ist noch auf die Nähe von Verkehrswegen gelegt worden, um den Bau und die Unterhaltung der Leitungen zu erleichtern. Rund 4 % der ausgebauten Leitungslängen führen durch Wälder, 11 % durch mooriges Gelände. Im Aufrifs schmiegt sich die Linienführung möglichst an das Gelände an; die gebirgige Art des letzteren in der Nähe des Walchenseewerkes sowie die Erhebungen des Alpenvorlandes zwangen bisweilen zur Überwindung grofser Höhenunterschiede auf kurze Längen, wie aus dem auf Taf. 23 enthaltenen Abschnitt des Höhenplanes der Leitungsstrafse Walchenseewerk—Holzkirchen—Rosenheim ersichtlich ist.

Die Tragvorrichtungen der Leitungsstrafsen sind für 250 m Spannweite sowie für eine Belegung mit zwei Schleifen, bestehend aus je zwei Kupferseilen von je 120 mm² Querschnitt und einem Eisenerdseil von 50 mm² berechnet. Die Knicksicherheit der Eckpfosten an den Tragmasten, besonders im Oberschufs, ferner Lochleibungsdruck und Scherbeanspruchung an den Stofsverbindungsstellen wurden etwas höher gewählt als die Verbandsvorschriften zulassen; die Eckpfosten weisen im Unterschufs eine 2,6fache, im Mittelschufs eine 2,9fache, im Oberschufs eine 3,4fache Sicherheit gegen Ausknicken nach der Formel von Tetmajer auf. Die verwendeten Tragvorrichtungen zerfallen in vier Gruppen:

a) Regel-Tragmaste: Gesamtlänge über Boden ohne Erdseilstütze 20 m; Querschnitt rechteckig; noch zulässig bei Änderung der Leitungsrichtung um 3°;

b) Regel-Abspannmaste: Gesamtlänge über Boden ohne Erdseilstütze 19 m; Querschnitt quadratisch; auch zugleich zulässig als Winkelmast bei Richtungsänderung bis zu 160°, sowie als Winkelmast ohne Abspannung bis zur Richtungsänderung von 129° und als Kreuzungsmaste bei Überqueren von Schwachstromleitungen;

c) Regel-Endmaste: Gesamtlänge über Boden ohne Erdseilstütze 19 m; Querschnitt quadratisch; zulässig als Abspann- und zugleich Winkelmaste bei Richtungsänderungen von 150°, als Winkelmaste ohne Abspannung bis zu einer Richtungsänderung von 114°;

d) Sondermaste: Trag- und Abspannmaste mit Überlängen und mit verstärkten Trägern und Eckpfosten.

Als Mastbild für die Tragvorrichtungen wurde, wie aus Taf. 24 ersichtlich, bis auf sieben Maste vor dem Walchenseewerk die Schellenbaumform gewählt, deren wichtigste Mafse im Mastbild eingetragen sind. Den Eisenaufwand in den einzelnen Abschnitten der Leitungsstrafsen zeigt nachfolgende Übersicht 3:

Die Regelspannweite von 250 m ist im Durchschnitt um 26,5 m unterschritten; dies hat seinen Grund hauptsächlich in der absichtlichen Verkürzung der Spannweiten in Strecken mit Rauhreifgefahr, in welchen zur Erhöhung der Betriebssicherheit bis auf 170 und 180 m zurückgegangen wurde, sowie in den geringen Spannweiten der Kreuzungsfelder mit Schwachstromleitungen und Eisenbahnstrecken. Die Zahlenwerte in den Spalten 6 und 7 der Übersicht 3 bilden einen Mafsstab für die Schwierigkeit des Baues auf den einzelnen Leitungsabschnitten; je gröfser das Verhältnis der Zahl und des Gewichts der Sondermaste zur Zahl und zum Gewicht der Regelmaste ist, desto höher werden im allgemeinen die Baukosten des Leitungsabschnittes. Am auffallendsten tritt dies bei der Leitungsstrafse Walchenseewerk—Murnau in Erscheinung, auf welcher wegen der schwierigen Geländeverhältnisse nicht blofs das durchschnittliche Mastgewicht am höchsten, sondern auch Zahl und Gewicht der Maste mit Sonderbauart am gröfsten ist. Die Überquerung von zwei Buchten des Kochelsees in Spannweiten von 516 und 668 m machte die Aufstellung von Türmen bis zu 40 m Höhe über Boden nötig; auch im weiteren Verlauf der Leitungsstrafse bis zum Unterwerk Murnau mufsten vier aufeinander folgende Spannfelder mit 437, 387, 408 und 492 m Weite angeordnet werden. Auf der Leitungsstrafse Walchenseewerk—Rosenheim erforderte die Überquerung des Flufslaufes der Isar bei Tölz und die Überspannung der Mangfall bei Holzkirchen die Überschreitung der Regelspannweite in vier Fällen um ein erhebliches Mafs. In allen Weitspannfeldern wurden statt der Kupferseile Bronceseile (70 kg/mm²) und als Erdseil ein Stahlseil von besonderer Festigkeit (100 kg/mm²) verwendet.

Einen erheblichen Einflufs auf den Bau der Leitungsstrafsen übt die Art und Weise der Gründung der Maste aus. Die Tragmaste erhielten Schwellenrostgründung. Neben Schwellen aus Fichtenholz wurden solche aus Beton mit Eiseneinlagen (Textabb. 2) verwendet; die gröfsere Lebensdauer der

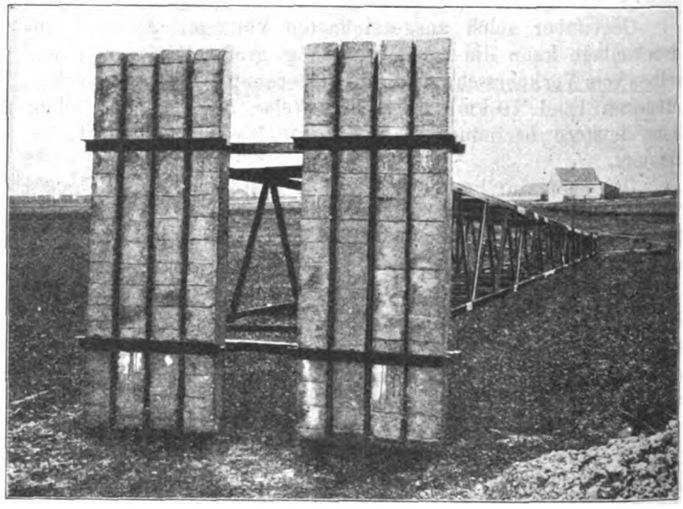


Abb. 2. Gründung der Fernleitungsmaste auf Betonschwellen.

letzteren mufs mit höheren Ausgaben für die Verfrachtung bis zur Baustelle erkauft werden. In Gegenden mit Moorsäure enthaltendem Boden wurden Eichenschwellen als Rost eingebaut. Einzelne Tragmaste, die ins Moor zu stehen kommen, wurden auf einen Pfahlrost gesetzt (acht Pfähle mit je 28 cm Zopfstärke). Abspann-, Winkel- und Kreuzungsmaste erhielten Betongründung; auch von diesen kamen einige ins Moor zu stehen; in solchen Fällen wurde die Betongründung auf einen aus 16 Pfählen bestehenden Rost gesetzt. Um den Betonkörper gegen die Angriffe der Moorsäure zu sichern, wurden seine Aufsenflächen mit drei Lagen Asphaltpappe abgedeckt; jede Lage erhielt einen Anstrich mit besonderem Asphaltkitt; eine halbsteinstarke Schicht aus Klinker wurde um die äufsere Lage der Abdichtung gemauert und der freie Raum bis zur Verschalung der Baugrube mit Kies gefüllt; Abb. 7 und 8 auf Taf. 24 zeigt die grundsätzliche Ausführung der Pfahlrostgründungen. Letztere mufste bei 1,4 % aller Maste angewendet werden; 20,1 % der Maste erhielten Betongründung; 50,2 % stehen auf Rosten aus Betonschwellen, 17,8 % auf Rosten aus Fichten- und 10,5 % auf solchen aus Eichenschwellen.

Von den im Betriebe befindlichen Leitungsstrafsen ist die

Digitized by Google

Übersicht 3.

Leitungsmaste für Fernleitungen.

1			2	3	4	5	6	7
O.-Z.	Leitungsstrafse von	Leitungsstrafse bis	Zahl und Gewicht der eingebauten Maste Stück	Zahl und Gewicht der eingebauten Maste Tonnen	Durchschnittl. Gewicht je Mast Tonnen	Mittlere Spannweite in m	Verhältnis Sondermaste / Regelmaste Zahl	Verhältnis Sondermaste / Regelmaste Gewicht
1	Walchenseewerk	Unterwerk Murnau	56	199,2	3,56	249,8	1,000	1,720
2	Unterwerk Murnau	„ Pasing	277	698,1	2,52	213,0	0,078	0,134
3	„ Pasing	„ Landshut	310	787,2	2,53	226	0,175	0,200
4	„ „	. München Ost	111	333,2	3,0	233	0,077	0,099
5	München Ost	Unterwerk Landshut	269	689,9	2,56	226	0,116	0,172
6	Walchenseewerk	Holzkirchen	186	533,3	2,58	219	0,134	0,272
7	Holzkirchen	Unterwerk Rosenheim	156	458,0	3,01	215	0,068	0,210
	Zusammen auf 305 km Länge . .		1365[1])	3698,9	2,71	223,5	0,119	0,212
	Bezogen auf 1 km Länge		4,48	12,13				

[1]) Von den 1365 Masten waren 997 (73%) Regel-Tragmaste, 119 (8,7%) Regel-Abspannmaste, 87 (6,4%) Regel-Kreuzungsmaste und 162 (11,9%) Sondermaste.

vom Walchenseewerk über Murnau nach Pasing und die von München Ost über die Mittlere Isar nach Landshut führende Leitung mit je zwei Schleifen belegt. Diese bestehen bei der erstgenannten Leitung aus je zwei Kupfer-, bei der letztgenannten aus je zwei Aluminiumseilen von je 120 mm² Querschnitt (19 Drähte mit je 2,8 mm Durchmesser). Die Leitungsstrafsen Pasing—Landshut und Pasing—München Ost sind einschleifig und zwar sind die zwei Seile nicht auf demselben Querträger, sondern am oberen und unteren Querträger auf derselben Mastseite aufgelegt; hierdurch wird nicht blofs das spätere Auflegen der zweiten Schleife erleichtert, sondern auch die Leitungsinduktivität verringert.

Den Einwirkungen der statischen Influenz der Leiteranordnung, ferner den induktiven und statischen Einflüssen gleichlaufender Starkstromleitungen wurde durch Verdrillung der Schleifen begegnet.

Abb. 9, Taf. 24 zeigt das Verdrillungsbild einer Leitung. Da bei Anordnung von zwei Schleifen nur ein synchroner Betrieb derselben in Frage kommt, war eine gegenseitige Verdrillung nicht nötig; soweit der Einflufs fremder Leitungen nicht in Rechnung zu ziehen war, wurden die Bahnstromfernleitungen so verdrillt, dafs die Gesamtlänge der gradzahligen Verdrillungsabschnitte gleich jener der ungradzahligen wurde. Bei Gleichlauf mit den Bayernwerksleitungen in kurzem Abstand erhielt die Bahnstromfernleitung doppelt so viel Verdrillungsabschnitte wie die Bayernwerksleitung.

Die Leiter sind an Hängeketten befestigt, die bei den Tragmasten gewöhnlich sechs Glieder haben. Bei Kreuzungsfeldern, an Abspannmasten oder an Stellen, wo die Sicherheit zu erhöhen war, wurde die Gliedzahl um eins erhöht. Bei Kreuzungen von Eisenbahnstrecken und bei grofsen Spannweiten wurden Doppelketten verwendet. Bis jetzt wurden nur Kappenisolatoren eingebaut, die unter dem Namen Kugelkopf-, Kegelkopf- und V-Isolatoren bekannt sind. Eine besondere Bauart von Abspannisolatoren wurde nicht gewählt. Die gewährleistete Bruchfestigkeit der Isolatoren beträgt 4800 kg bei Belegung der Schleifen mit Kupferseilen, 4000 kg bei Verwendung von Aluminiumseilen. Die Leiter sind an den Ketten mit Klemmen befestigt, die aus Bronce bei Kupferleitern, aus verzinntem Tempergufs bei Aluminiumleitern hergestellt sind. Die Backen der Tragklemmen wurden so zusammengeschraubt, dafs sie das Kupferseil bei 500 kg Zug durchrutschen lassen; bei Aluminiumseilen sind Auslöseklemmen verwendet, die bei einer Auslösekraft von 150 kg mit Sicherheit wirken.

4. Errichtung der Unterwerke.

Die örtliche Lage der Unterwerke ist nicht nur abhängig von der Reichweite der Fahrleitungsspannung (15 kV), sondern auch von der wirtschaftlichen Führung der von den Unterwerken nach den Fahrleitungen zu verlegenden 15 kV-Anschlufsleitungen. Verkehrsknotenpunkte, in denen eine gröfsere Zahl von Eisenbahnstrecken zusammentrifft, sind daher auch die gegebenen Orte für die elektrischen Stützpunkte und für die Knoten des vermaschten Oberspannungsnetzes (Textabb. 1).

Ende 1925 waren zwei Bahnstromunterwerke dem Betrieb übergeben, nämlich Murnau und Pasing, ein drittes war der Vollendung nahe, nämlich Landshut, ein viertes in Angriff genommen, Rosenheim. Die Verschiedenheit in den Spannungen für die Fernübertragung und für die Speisung der Fahrleitungen gliedert von selbst die Bauanordnung der Unterwerke in zwei Hauptteile, die Hochvolt- und die Niedervoltseite. Das Bindeglied zwischen beiden Teilen bilden die Umspanner. Die Bedeutung eines Unterwerkes als Knotenpunkt im Hochspannungsnetz oder auch seine Wichtigkeit als Verteilungsstützpunkt für die Speisung der Fahrleitungen wirkt sich im Einzelfalle auf die Bauform aus.

Das Schaltbild Abb. 1, Taf. 25, in welchem die grundsätzliche Schaltanordnung des Oberspannungsnetzes einschliefslich jener der Kraftwerke wiedergegeben ist, läfst ohne weiteres erkennen, dafs die Unterwerke Pasing und Landshut als Hauptknoten in der 110 kV-Masche Pasing—München Ost—Mittlere Isar—Landshut—Pasing eine überragende Bedeutung in der Oberspannungsverteilung gegenüber den übrigen Unterwerken besitzen. Da das Unterwerk Pasing mit Rücksicht auf die Speisung der zahlreichen von München ausgehenden Eisenbahnstrecken auch für die Unterspannungsverteilung einen Hauptstützpunkt bildet, wurde es als Schaltbefehlstelle ausgebildet, von dem aus die Schaltanordnungen für das gesamte Oberspannungsnetz ergehen.

Unterwerk Pasing.

Der Stützpunkt ist 8,5 km vom Hauptbahnhofe München entfernt, westlich von Station Pasing, von welcher aus fünf doppelspurige Bahnen abführen. In einem Geländezwickel, der von zwei dieser Strecken gebildet wird, ist das Unterwerk auf einem 20000 m² umfassenden eingefriedeten Gelände in der aus Abb. 1, Taf. 26 ersichtlichen Form angeordnet. Die grofsen Ausmafse der Hochvoltanlage und der Niedervoltanlage zwangen zur aufgelösten Bauweise. Hochvolthaus mit Trans-

Digitized by Google

formatorenkammern, Niedervolthaus mit Betätigungsraum und Umformeranlage, Wohn- und Pförtnergebäude, Diensträume mit Kraftwagenschuppen und die Fahrleitungswerkstätte sind als selbständige Bauwerke errichtet. Das Hochvolthaus mit einer Breitenentwicklung von 70 m ist für die Aufnahme von acht 110 kV-Schleifen gebaut, von denen zunächst vier (2 Walchenseewerk—Murnau—Pasing, 1 Landshut—Pasing, 1 Landshut—Mittlere Isar—München Ost—Pasing) eingeführt sind (Textabb. 3). Sie kommen alle von Westen an; ihre Einführungen können von einer Galerie aus geprüft werden.

Grundrifs Abb. 1, sowie die Schnitte Abb. 4, Taf. 26, zeigen die räumliche Aufteilung des aus zwei Geschossen

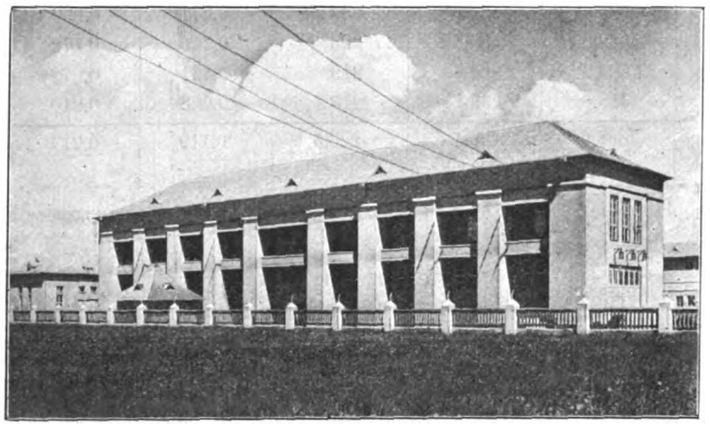


Abb. 3. Unterwerk Pasing. Einführung der 110 kV Leitungen in die Südwestseite des Hochvolthauses.

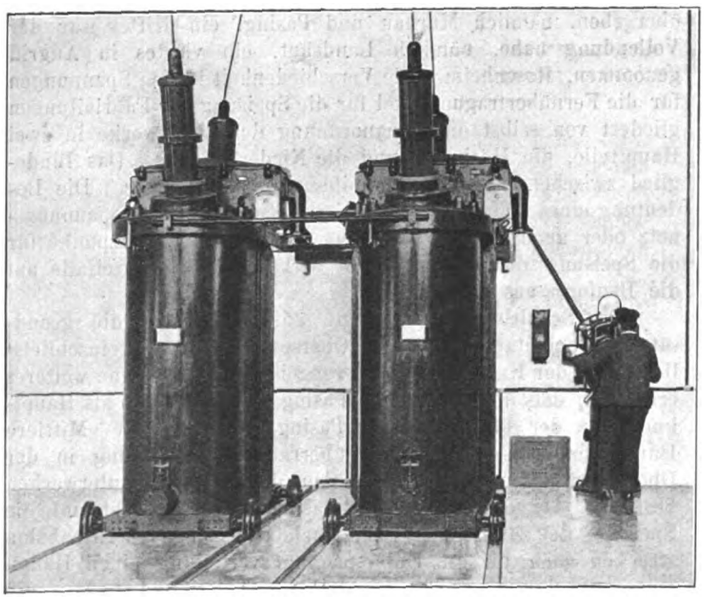


Abb. 4. Unterwerk Pasing. 110 kV-Ölschalter.

bestehenden Hochvolthauses; im Obergeschosse befinden sich die Doppelsammelschienen und die Trennschalter, im Erdgeschosse sind die Ölschalter, und zwar je zwei in je einer der nach dem 4,1 m breiten Gange zu offenen Kammern, ferner die Antriebe für diese Schalter untergebracht (Textabb. 4). Eine Sicherheitsmauer teilt das Erd- und Obergeschofs des Hochvolthauses in je zwei Teile. Sechs Transformatorenkammern mit 5,5 m Tiefe sind durch einen 4,5 m breiten Gang, in dem sich die Ölkühleinrichtungen für die Transformatoren befinden, vom Hochvolthause getrennt (siehe Querschnitt Abb. 4, Taf. 26.). Die Kammern haben Eisentüren nach Osten, vor denen ein regelspuriges Gleis liegt, so dafs die Transformatoren unmittelbar vom Tiefladewagen aus in die Kammern gebracht werden können.

Von den letzteren sind zunächst drei mit Kern-Transformatoren von je 5000 kVA und mit einem Übersetzungsverhältnis von 115/17,25 kV besetzt. Der Eisenkern hat vier Einzelteile, zwei Schenkel und zwei Joche, welche durch kräftige Verspannung zusammengehalten werden. Die Wicklungen, wegen der Kurzschlüsse besonders versteift, sind als doppeltkonzentrische Röhrenwicklungen gebaut und zwar so, dafs eine spiralenförmig gewickelte Unterspannungsröhre dem Eisenkern zunächst angeordnet ist, hierauf folgen, durch einen Isolationszylinder (Papier) geschützt, die Oberspannungsspulen und über diesen, wieder durch Papierzylinder getrennt, die äufsere Unterspannungsröhre. Die Hochspannungswicklung läfst sich auch nachspannen, ohne den Kessel öffnen zu müssen.

Aus dem wegen der Verfrachtung abgewalmten Deckel des Transformatorgehäuses ragen, wie Textabb. 5 zeigt, drei Oberspannungsdurchführungen; letztere, auf 250 kV geprüft, bestehen aus Papierklemmen mit übergestülptem Porzellanstück und Strahlungskugel. Die dritte Klemme führt den Nullpunkt heraus, ist jedoch vorerst noch nicht an Erde gelegt. Die Unterspannungsseite hat acht Durchführungen, um das Übersetzungsverhältnis ändern zu können, nämlich von 115/17,25 und 115/16,5 kV. Zu jedem Transformator gehört ein Ölkonservator. Das erwärmte Öl wird in einem Wasserbade mittelst Schlangen gekühlt. Das Wasser wird einer westlich des Hochvolthauses (Abb. 1, Taf. 26) gelegenen Brunnenanlage entnommen. Bei einer Belastung von 5000 kVA sind rechnungsgemäfs 7,7 m³ erforderlich, damit sich das

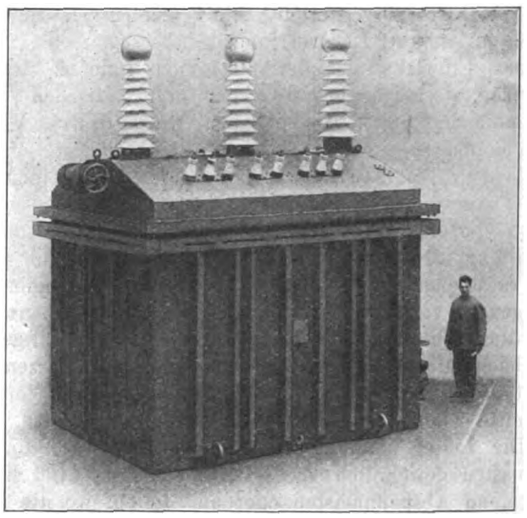


Abb. 5. Bahnstrom-Transformator für 5000 kVA.

Kupfer des Transformators nicht um mehr als 50° C über das Kühlwasser erwärmt. Mit einer Gefahrmeldeanlage wird die Erwärmung und die Kühlung überwacht.

Der Eisenverlust der Transformatoren beträgt 19,2, der Kupferverlust 94,5 kW. Der günstigste Wirkungsgrad ($\cos\varphi = 1$) liegt bei etwa $^1/_2$ Belastung mit 98,32 %; er beträgt bei $^5/_4$ Belastung 97,4 %, bei $^1/_4$ Belastung 98,04 %; die Kurzschlufsspannung ist 9,2 % (gemessene Werte).

Die Übertemperatur der Wicklung darf nicht mehr als 70° C gegenüber der Wärme des zuströmenden Kühlwassers betragen, wenn nach dauernder Vollast die Einheit mit 6500 kVA auf zwei Stunden, oder mit 7500 kVA auf $^1/_2$ Stunde oder mit 10000 kVA 10 Minuten lang beansprucht wird.

Digitized by Google

Gewichte:	Ölkessel mit Deckel und Zubehör	8,7 t
	Kern mit Wicklungen	41,45 t
	Öl	18,20 t
	zusammen . .	68,35 t.

Die gröfste Breite des Transformators beträgt 4614 mm, die Tiefe 3120 mm, die Höhe ab Laufschiene bis Strahlungskugel 5323 mm. Je vier Stück einpolige Kabel mit 95 mm² Querschnitt führen von der Niederspannungsseite der Transformatoren nach dem 35,5 m von den Kammern entfernten Niedervolthaus und sind dort über Stromwandler, Öl- und Trennschalter an die 15 kV-Doppelsammelschienenanlage angeschlossen. Diese ist mit den Trennschaltern im Obergeschosse des 61 m breiten und 15,8 m tiefen Gebäudes untergebracht. Das durch einen 3 m breiten Gang in zwei Hälften geteilte Erdgeschofs enthält auf der Westseite die Zellen für die Transformatorenschalter, die Überspannungsschutzeinrichtungen (Bauart Bendmann) und die Umspanner für den Eigenverbrauch des Unterwerkes, auf der Ostseite sind die 15 kV-Ölschalter für die Speise- und Anschlufsleitungen in Zellen untergebracht, deren Türen ebenso wie jene der Zellen an der Westseite nach einem 3,1 m tiefen Vorbau aufgehen; in diesen Vorbauten ist je ein regelspuriges Gleis verlegt (s. Grundrifs Abb. 1, Taf. 26).

Die allgemeine Anordnung der 15 kV-Seite zeigt das Schaltbild Abb. 2, Taf. 25. 20 Speiseleitungen — teils als Kabel, teils als Freileitungen — führen von den Sammelschienen ab, die in sechs Gruppen unterteilt sind; drei Kupplungsschalter, die auch zur Kurzschlufsprüfung benützt werden können, ermöglichen bei Störungen oder Instandsetzung eine entsprechende Umschaltung. Zwei Einphasen-Umspanner mit je 300 kW Leistung und einem Übersetzungsverhältnis 15/0,22 kV dienen zur Stromversorgung des Unterwerkes, das aufserdem einen Anschlufs an die 5 kV Drehstromverteilung des Hauptbahnhofs München erhalten hat.

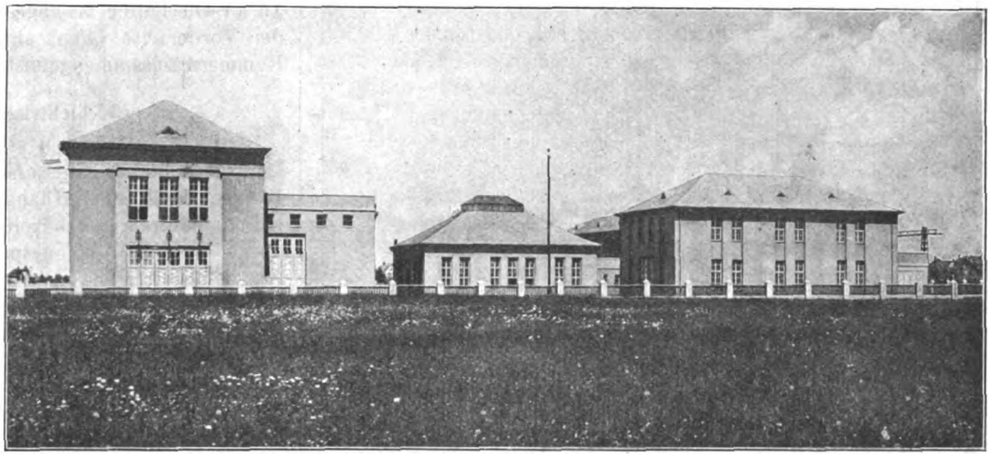


Abb. 6. Unterwerk Pasing. Gesamtansicht von Süden.

Mit dem Niedervolthaus durch einen 5 m breiten Zwischenbau verbunden ist der in einem besonderen, ganz unterkellerten Gebäude angeordnete Betätigungsraum von 320 m² Grundfläche (Textabb. 6). Sein Kellergeschofs, in das zahlreiche Verbindungs- und Steuerleitungen hineinführen, ist durch einen begehbaren Kanal mit den Querkanälen des Hoch- und Niedervolthauses verbunden, in welchen neben den Ölsammelleitungen auch die zu den Ölschaltern führenden Steuerleitungen verlegt sind. Im Betätigungsraum mit Fernsprechanlage zwischen den Kraftwerken und Unterwerken sind die Haupttafeln für die Oberspannung und Unterspannung in ovaler Grundrifsform aufgestellt; zwei weitere Reihen von Tafeln dienen für Mefszwecke, Auslöseeinrichtungen und dergleichen.

An das Südende des Niedervolthauses ist der Umformerraum angebaut; in diesem soll der Bahnstrom auf Drehstrom von 100 Polwechseln zur Versorgung der Werkstätten sowie der Bahnhofbeleuchtungsanlagen in München umgeformt werden. Zu diesem Zwecke wird ein Umformersatz aufgestellt, der aus einem asynchronen Einphasenmotor für 1700 kW Leistung bei $\cos \varphi = 1$ nebst Kommutator-Hintermaschine und einem Drehstrom-Synchron-Generator für 1750 kVA sowie den nötigen Erregermaschinen besteht.

Ein Wohn- und Pförtnergebäude, ferner ein Dienstraumgebäude mit Kraftwagenschuppen liegen an der Strafseneinfahrt zum Unterwerk. Eine kleine Werkstätte, mit regelspurigen Gleisen und Drehscheiben an das von Station Pasing in das Unterwerk geführte Anschlufsgleis angeschlossen, gestattet, die schweren Bauteile (Schalter usw.) instandzusetzen und Ausbesserungen an Fahrleitungsbauteilen auszuführen.

Unterwerk Murnau.

Die längste Strecke der Garmischer Liniengruppe von München bis zur Reichsgrenze bei Mittenwald mifst rund 120 km; auf diese Länge kann die Strombelieferung vom Unterwerk Pasing allein nicht übernommen werden; es war daher die Anlage eines weiteren Stützpunktes südlich Pasing nötig. Da die bayerischen Äste der Mittenwaldbahn bis zur Reichsgrenze bei Scharnitz und bei Griesen sehr starke Steigungen aufweisen, zudem die Linien südlich Tutzing alle eingleisig sind, wurde der Stützpunkt in Murnau, dem Ausgangspunkt der ersten Einphasenbahn Deutschlands (Murnau—Oberammergau 1905, $16^2/_3$ Doppelwechsel 5,0 kV) errichtet; dieses liegt 35 km südlich von Tutzing und ist 26 km von Garmisch entfernt.

Die Aufgabe dieses Umspannwerkes als Unterspannungsverteilungspunkt gestattete seine Oberspannungsseite verhältnismäfsig einfach auszuführen. Die beiden Schleifen der Leitungsstrafse Walchenseewerk—Murnau—Pasing sind daher nicht in das Unterwerk eingeführt, sondern in der aus Abb. 1, Taf. 25 ersichtlichen Weise angezapft. Zu diesem Zwecke sind vor dem Unterwerke in beide Schleifen Freiluft-Trennschalter eingebaut, die auf einem vor dem Unterwerke im Zuge der Leitungsstrafse errichteten Gerüste angebracht sind (Textabb. 7). Die Schaltung läfst erkennen, dafs es möglich ist, sowohl von Pasing (Mittlere Isar), als auch vom Walchenseewerk aus mit einer oder mit beiden Schleifen eine jede der zwei 110 kV-Sammelschienen zu versorgen. Durch diese Anordnung gelang es, vier Oberspannungs-Ölschalter zu sparen und damit sowohl den elektrischen als auch den baulichen Teil des Hochvolthauses einfacher und billiger auszubilden als bei unmittelbarer Einführung der Schleifen. Da auch die Unterspannungsseite dieses Stützpunktes nicht einmal die Hälfte der Abführungen aufweist als jene des Unterwerkes Pasing, ging man zur geschlossenen Bauform über, wie sie aus dem aus Abb. 3, Taf. 27 ersichtlichen Grundrifs zu ersehen ist. Dabei gestattete die Anwendung einer der Firma Brown, Boveri & Cie. geschützten Bauweise der 110 kV-Ölschalter, auch noch die Ausmafse der Hochvolthalle zu verringern. Entgegen der Anordnung der 110 kV-Schalter — wie sonst üblich — in offenen oder geschlossenen Kammern, wurden hier Ölschalter verwendet, deren Kessel in betonierte Gruben versenkt und deren Schalteinrichtungen an dem aus Stahlgufs bestehenden Deckel des Kessels aufgehängt sind. Zum Nachsehen der Schalter wird der Deckel nebst den Durchführungen mit Hilfe einer fahrbaren

Digitized by Google

Hebevorrichtung aus dem in der Betongrube bleibenden Kessel gehoben. Wie der Querschnitt Abb. 2, Taf. 27 zeigt, sind Doppelsammelschienen, Trennungsschalter und 110 kV-Schalter in einer Halle vereinigt. Von den letzteren sind sechs vorhanden, je zwei für die Oberspannungsseite der beiden Transformatoren, zwei für die Kupplung der Sammelschienen.

Die Umspanner nebst den Kühleinrichtungen haben die gleiche Leistung und Bauweise wie jene im Unterwerk Pasing.

Rechtwinklig zur Hochvolthalle liegt das 15 kV-Haus, zweigeschossig, nämlich mit Ölschaltern. Überspannungsschutz, Werkumspanner usw., in betonierten Zellen im Erdgeschofs, 15 kV-Doppelsammelschienen und Trennschalter im Obergeschofs. Die letzteren werden mit Seilantrieb durch Handrad von dem Bedienungsgange im Erdgeschofs aus betätigt. Dieser ist vollkommen gegen die Zellen abgeschlossen, deren Blechtüren ebenso wie im Unterwerk Pasing in Vorbauten münden, in welche ein Schmalspurgleis hineinführt. Der Betätigungsraum im Erdgeschofs ermöglicht der Bedienungsmannschaft, rasch in die Hochvolthalle und in den 15 kV-Bedienungsgang zu gelangen. Die Hauptschaltanlage ist im Betätigungsraum an einer Längswand angeordnet; sie besteht aus sechs Feldern, und zwar je einem für die Gefahrmelde-

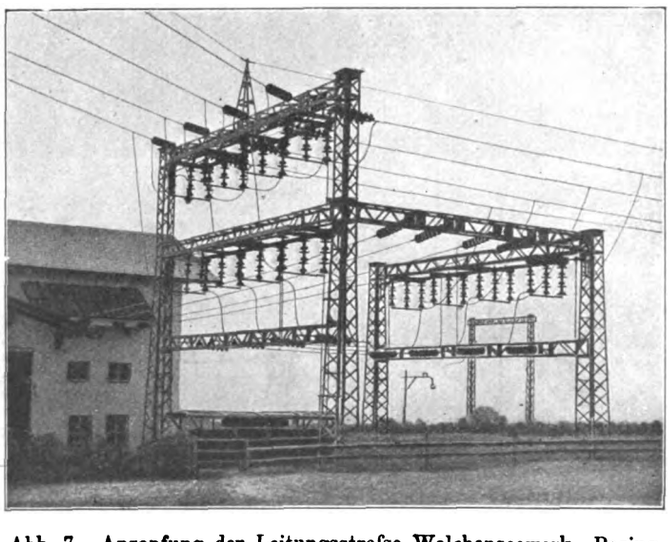


Abb. 7. Anzapfung der Leitungsstrafse Walchenseewerk—Pasing mit Freiluft-Trennschalter vor Unterwerk Murnau.

und Temperaturmefsanlage, für die Oberspannungs-Zuführungen und Schalter, für die Umspanner, für die schreibenden Leistungs- und Spannungsmesser und zwei für die abgehenden 15 kV-Speiseleitungen. Ein in Metalleisten ausgeführtes Schaltbild, das auf der Tafel angebracht ist, enthält die Schauzeichen für die Rückmeldung der Stellung der Trenn- und Ölschalter, die zugehörigen Signallampen und die Schalter zur Betätigung des Fernantriebes der Ölschalter.

Im Obergeschofs sind untergebracht ein Einphasen-Gleichstromumformer, ein Bleispeicher für 150 und 15 Volt und ein Lagerraum.

Von der Hochvolthalle leitet ein auf einer Seite offener Verbindungsbau mit Schienenanlage zu einer 100 m² umfassenden kleinen Werkstätte über; neben dieser ist ein Kraftwagenschuppen angeordnet; im Obergeschofs sind Lager- und Diensträume; in gröfserer Entfernung ist ein Dienstwohngebäude erbaut.

Unterwerk Landshut.

Dieses steht als Hauptknotenpunkt in der Vermaschung des Oberspannungsnetzes nicht wenig in seiner Bedeutung dem Unterwerk Pasing nach. Das Hochvolthaus ist für die Einführung von fünf Bahnstrom-Doppelschleifen vorgesehen, von denen zunächst eine von der Mittleren Isar ankommende und eine nach Regensburg abgehende Doppelschleife, ferner eine von Pasing ankommende Einfachschleife erstellt sind.

Die Hochvolt-Doppelsammelschienen sind aus Gründen der Betriebssicherheit in zwei Teile unterteilt, von welchen ein jeder von zwei verschiedenen Kraftwerken aus versorgt werden kann. Dies ist durch entsprechende Einführung der Leitungsstrafsen erreicht. Da die vorgesehene Ausbauleistung erheblich kleiner als im Unterwerk Pasing ist — von den im Hochbau vorgesehenen drei Umspannern kommen zunächst zwei in der gleichen Ausführung und Leistung wie im Unterwerk Pasing zur Aufstellung — liefs sich die Grundrifsform in der auf Abb. 1, Taf. 23 wiedergegebenen Weise lösen.

Auf der einen Seite des Hochvolthauses sind die Transformatorenkammern mit den Ölkühleinrichtungen, auf der anderen Seite ist das Gebäude für den Betätigungsraum angebaut; letzterer befindet sich im Obergeschofs; im Erdgeschofs dieses Anbaues sind Kabelkeller sowie sonstige Hilfseinrichtungen untergebracht. Wegen des hohen Grundwasserstandes im Baugelände wurde die Unterkellerung auf ein Mindestmafs beschränkt. Ein kurzer Verbindungsbau leitet zum Niedervolthaus über. Von der Errichtung besonderer Überbauten vor den einzelnen im Erdgeschofs des Niedervolthauses angeordneten Zellen für die 15 kV-Ölschalter ist abgesehen. Je fünf bis sechs Zellen, nach der Vorderseite offen, sind in mit Blechtüren verschlossenen Kammern zusammengefafst.

5. Elektrische Streckenausrüstung.

Die Fahrleitungen sind nach der Einheitsbauart*) der Deutschen Reichsbahn erstellt worden. Diese Bauform — eine Längs- oder Kettenaufhängung des Fahrdrahtes — ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dafs der Fahrdraht selbsttätig durch Gewichte nachgespannt wird, das Tragseil aber nicht. An dem letzteren ist der Fahrdraht alle 12,5 m mit dünnen Seilchen (10 mm² Querschnitt) aufgehängt. Vereinheitlicht ist ferner die Querschnittsform des Fahrdrahtes, nämlich Kreisform mit Rillen; an letzteren wird der Fahrdraht festgeklemmt. Die Klemme ist für Fahrdraht und Tragseil die gleiche. Die Zugspannung im Fahrdrahte darf 10 kg/mm², die Länge eines Nachspannfeldes 1500 m nicht überschreiten; in der Mitte eines solchen Feldes ist der Fahrdraht verankert. Die Hochlage des Fahrdrahtes ist so bemessen, dafs unter den ungünstigsten Verhältnissen — ausgenommen bei Überbauten — seine Unterkante nicht weniger als 6,0 m über Schienenoberkante liegt. Dies zwingt dazu, den Fahrdraht bei $+ 10^0$ C auf 6,25 m Höhe über S. O. zu verlegen. Die Querlage des Fahrdrahtes zur Gleisachse ist durch die Breite des Stromabnehmerbügels (2,1 m) und seine Schleiffläche (1,3 m) bestimmt. Die Seitenverschiebung des Fahrdrahtes, die an jedem Stützpunkt angeordnet ist, kann bei Vorhandensein einer gewissen Sicherheitsstrecke also $\pm$ 60 cm betragen; die neueren Erfahrungen weisen jedoch darauf hin, mit dem Zickzack etwas zurückzugehen, um Entgleisungen des Bügels zu vermeiden, wenn die Seitenschwankungen der Triebfahrzeuge und ihrer Stromabnehmer infolge nicht genauer Gleislage zu grofs werden.

Für den Abstand der Tragvorrichtungen ist der Abtrieb der Fahrleitung durch den Wind entscheidend. Bei der Einheitsfahrleitung ist eine Windstärke von 31 m/sek. zugrunde gelegt; dies führt zu einem Höchstwert der Spannweiten von rund 75 m. Der seitliche Abstand der Tragvorrichtungen von der Gleisachse beträgt in der Regel 2,7 m; örtliche Verhältnisse zwingen jedoch häufig zu Abweichungen von diesem Mafse. Textabb. 8 zeigt das Mastbild der elektrischen Ausrüstung einer eingleisigen Strecke. Bei Gleiskrümmungen wird der Mast an die Aufsenseite der Krümmung gesetzt, um den Fahrdraht

*) Siehe Organ 1924, Heft 9/10, Seite 197 bis 205, Elektr. Bahnen 1926, Heft 2, Seite 50 bis 57.

Digitized by Google

abziehen zu können; wo dies nicht möglich ist, werden sogenannte »Rüssel«-Ausleger für den Abzug verwendet.

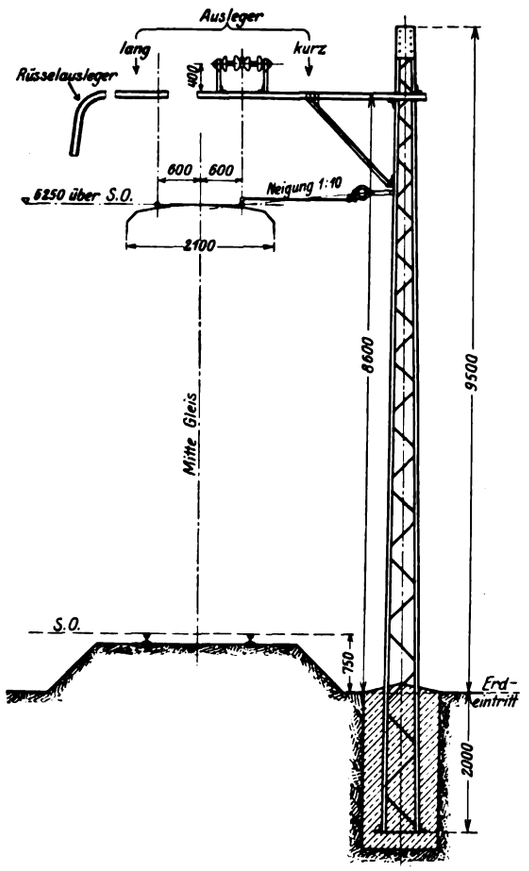


Abb. 8 Allgemeines Mastbild der elektrischen Streckenausrüstung.

Die Festlegung der »Einheitsfahrleitung« hat in keiner Weise den Fortschritt im Fahrleitungsbau gehemmt, denn in der Ausbildung eines wichtigen Teiles der Fahrleitung ist eine Bindung der Bauform nicht gegeben; dies ist die Isolation. Bei den Strecken der Garmischer Liniengruppe und bei der Strecke München—Landshut wurde auf einen bewährten Isolator zurückgegriffen, der schon früher (Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden) verwendet wurde: der Isolatorensatz mit zwei Glocken und einem Diabolo-Isolator, wie er auf Textabb. 8 angedeutet ist; also doppelte Isolation mit drei räumlich getrennten Isolatoren zum Halten des Tragseiles sowie zur seitlichen Festlegung des Fahrdrahtes. Nur ein Unterschied besteht gegenüber der älteren Ausführung; die Isolatoren sind nicht mehr zweischerbig, sondern einscherbig ausgeführt. Auch in Bahnhöfen, wo an Stelle von Jochen in den meisten Fällen Querseile zum Befestigen der Fahrleitung zur Ausführung gekommen sind, wird dieser Isolatorensatz benützt. Textabb. 9 zeigt diesen Isolatorensatz, eingebaut in einen Tempergufsrahmen, in der Querseilaufhängung des Hauptbahnhofs München, Textabb. 10 den gleichen Isolatorensatz, ohne Rahmen und um 90° gedreht, in der Querseilaufhängung der Station Schleifsheim der Strecke München—Landshut.

Der Isolatorensatz hat einen grofsen Nachteil; er ist, namentlich unter Berücksichtigung der Befestigungsteile, recht schwer und damit teuer. Deshalb wurde in Anlehnung an die Isolatoren-Bauformen der Überlandversorgung dazu übergegangen, auch für die Fahrleitung Kappen-Isolatoren zu verwenden. Der erste gröfsere Versuch mit solchen wurde auf der Strecke Pasing—Herrsching und im Bahnhof Landshut gemacht; das Tragseil ist hierbei an einer Hängekette befestigt, die aus zwei Kappen-Isolatoren Bauart Vaupel besteht. Textabb. 11 zeigt eine solche Ausführung. Der gleiche zweigliedrige Isolatorensatz ist auch für die Abspannungen und für die seitliche Festlegung des Fahrdrahtes verwendet worden. Bei letzteren wurde versuchsweise zwischen den Stationen Germering und Gilching der Strecke Pasing—Herrsching die Stützstrebe nicht an den Mast, sondern an ein »Schrägseil« angeklemmt, wie Textabb. 12 zeigt. Die Verwendung von Hängeketten für den Fahrleitungsbau macht besonders in Bahnhöfen die Ausrüstung leichter und durchsichtiger.

Bei den Isolatoren der Bauart Vaupel ist das Porzellan auf Druck beansprucht. Auf der 9 km langen Zubringerlinie Weilheim—Peifsenberg wurden zum ersten Male Isolatoren eingebaut, bei denen das Porzellan auf Zug beansprucht wird. Textabb. 13 zeigt den Doppel-Doppelkopf-Isolator, wie er auf genannter Linie zur Anwendung kam. Mit der Herstellung durchschlagsicherer Isolatoren (Motorisolatoren) wurde die Forderung nach doppelter, räumlich getrennter Isolation gegenstandslos. Man entschlofs sich, solche Isolatoren, jedoch mit Rillen an Stelle von Schirmen, auf Bahnhof Feldmoching der Strecke München—Landshut auszuproben (Textabb. 14); der Versuch gelang, so dafs die Absicht besteht, auf einem längeren Abschnitt der Linie München—Rosenheim einen gröfseren Versuch zu machen.

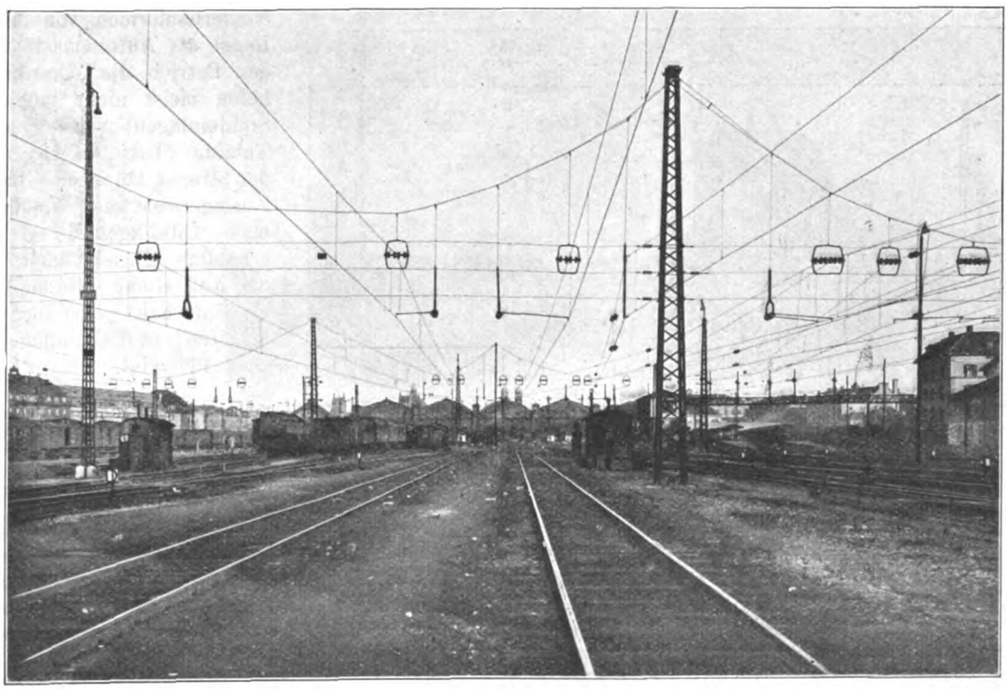


Abb. 9. Diabolo-Isolatorensatz in Tempergufsrahmen der Fahrleitungsanlage München Hbf.

Digitized by Google

Ein Vergleich der Fahrleitungsbilder (Textabb. 8—14) zeigt, dafs die Bauform der Isolatoren das äufsere Ansehen der Streckenausrüstung wesentlich beeinflufst; man erkennt deutlich, — wie namentlich in Bahnhöfen — die Durchsichtigkeit der Fahrleitungsanlage seit Beginn der Bauarbeiten durch die Anwendung neuzeitlicher Isolatorenformen erheblich zugenommen hat. Da die Zahl der Isolatoren gegenüber der älteren Ausführung wesentlich geringer ist, nämlich vier bzw. zwei Stück statt sechs Stück je Stützpunkt und aufserdem eine einfachere Befestigung dieser Isolatoren möglich ist, sind damit auch die Baukosten niedriger geworden.

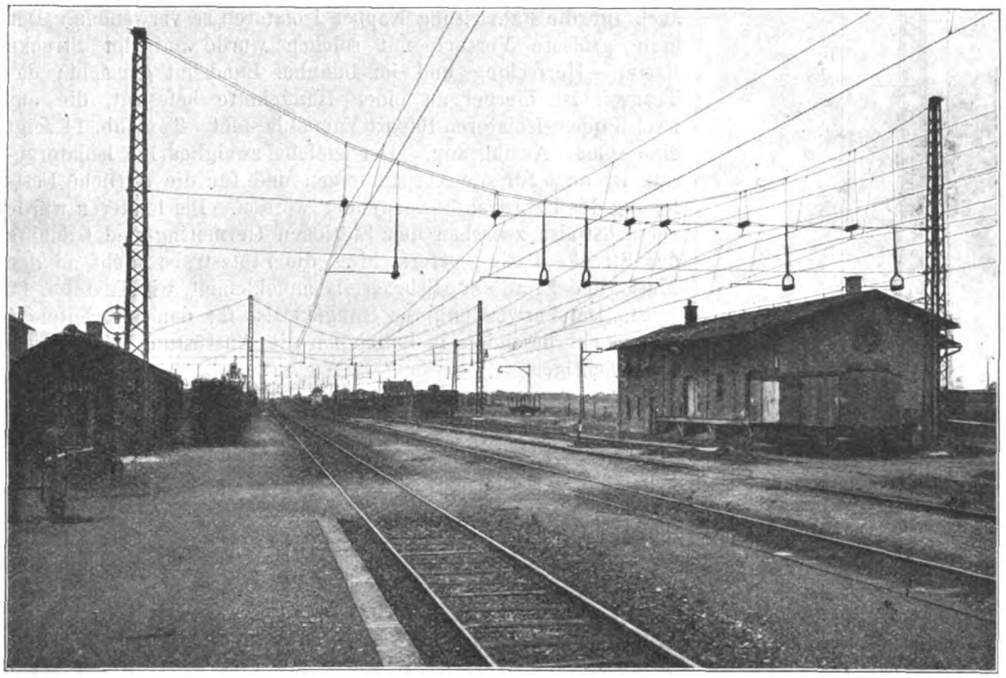


Abb. 10. Diabolo-Isolatorensatz in der Querseilaufhängung der Station Schleifsheim.

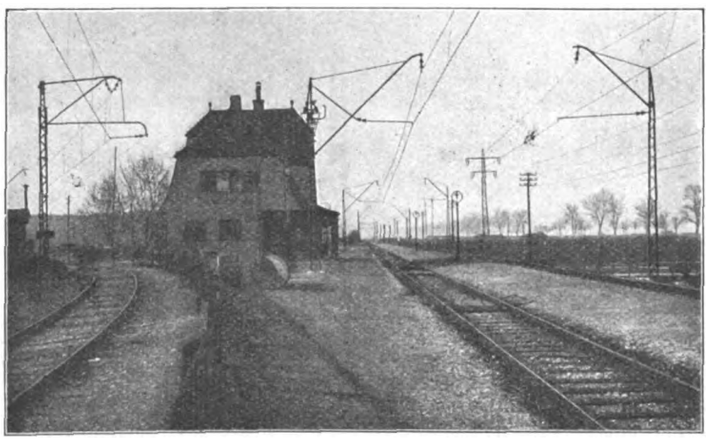


Abb. 11. Fahrleitungen mit an Hängeketten befestigtem Tragseil.

Gute Isolation ist die erste Bedingung jeder elektrischen Kraftübertragung; dies gilt auch für die Fahrleitung elektrischer Bahnen. Da bei der grofsen Zahl der benötigten Isolatoren Störungen unvermeidlich sind, ist die Schaltung der Fahrleitungsanlagen von gröfster Wichtigkeit. Deshalb ist es Grundsatz, bei Doppelbahnen die Fahrleitungen in beiden Fahrrichtungen elektrisch von einander zu trennen, damit Störungen in der einen Fahrrichtung nicht auf die andere Richtung übergreifen können. Bei eingleisigen Strecken sind Umgehungsleitungen nötig, wenn die Speisung nicht von zwei verschiedenen Unterwerken aus mit Sicherheit erfolgen kann. In den Stationen werden die Fahrleitungen der Nebengleise von jenen der Hauptgleise abschaltbar eingerichtet, auf grofsen Bahnhöfen die Nebengleise in Gruppen zusammengefafst, in ganz grofsen Bahnhöfen wie in München Hbf. oder in München Laim sind die Fahrleitungsanlagen der Station besonders gespeist; denn die Unfälle und Störungen sind in den Stationen häufiger als auf der freien Strecke. Deshalb sind die Stationen zu beiden Seiten gegen die freie Strecke abschaltbar, weniger wichtige Bahnhöfe sind nur einseitig abzuschalten. Die Fahrleitungen der Ladegleise in den Stationen sind für sich abschaltbar und werden zwangläufig mit dem Ausschalten geerdet. Abb. 3, Taf. 25 zeigt ein grundsätzliches Schaltbild. Die Schalter selbst werden in der Regel in der aus Textabb. 15 ersichtlichen Weise an den Fahrleitungsmasten angebracht; sie erhalten mechanische oder elektrische Fernbedienung wie die Weichen oder Signale, wenn ihre örtliche Bedienung mit Rücksicht auf die Verkürzung der Störungsdauer nicht möglich ist.

Die Tragvorrichtungen werden aus Profileisen oder Beton hergestellt; ein gewöhnlicher Auslegermast der eingleisigen Strecke (⊔-Eisen N P Nr. 12) wiegt rund 350 kg, ein Abspannmast (⊓-Eisen 90 : 90 : 9) rund 850 kg; die Eisenmaste werden einbetoniert; in Bahnhöfen sind zahlreiche Sonderbauformen von Masten nötig; diese werden in der Regel als Aufsetzmaste ausgebildet, da mit Rücksicht auf den Betrieb die Verankerung von Einsetzmasten in Bahnhöfen meist nicht möglich ist. Schleuderbetonmaste (mit Stahleinlagen) wurden auf der Strecke von Starnberg bis Tutzing (Textabb. 16) und von Freising bis Langenbach der Strecke München—Landshut verwendet; ein gewöhnlicher Auslegermast aus Schleuderbeton wiegt 1300 kg, ein Abspannmast 1500 kg; die Gewichte der Betonmaste sind also erheblich gröfser; damit steigen die Kosten der Fracht und der Aufstellung; diesen Mehrkosten steht ein Minderaufwand an Unterhalt gegenüber wegen des Entfalles der Anstricharbeiten; in Bahnhöfen machen die Betonmaste, wie Textabb. 17 zeigt, zum Teil einen schwerfälligeren Eindruck als die durchsichtigen Eisengittermaste. Bei Aufstellung der Maste ist besondere Rücksicht auf die Freihaltung der Sicht des Lokomotivführers auf die Fahrsignale zu nehmen. Zu diesem Zwecke werden, beginnend 400 m vor jedem Signal, die Maste in etwas gröfserem Abstande von der Gleisachse abgerückt; dadurch entsteht ein sogenannter »Sehkeil«, der an sich infolge der Unterbrechung der stetigen Mastfolge auffällig ist und dadurch am Tage dem Lokomotivführer das Herannahen des Signales ankündigt.

Gröfsere Schwierigkeiten bietet die Verlegung der Fahrleitungen unter Überbauten, die manchmal sehr nahe an die obere Umgrenzung des lichten Raummafses der Eisenbahnen (4800 mm) herankommen. Da das Lademafs I bis zur Höhe von 4650 mm reicht, ein Abstand der spannungsführenden Teile von 300 mm gegen Erde aus Sicherheitsgründen nötig ist, mufste ein bestimmtes Mindestmafs für die Hochlage des Fahr-

Digitized by Google

drahtes unter Überbauten vorgeschrieben werden. Auf Taf. 22 des Jahrgangs 1923 sind die für leichte und schwere Überbauten festgesetzten Mindestmafse wiedergegeben. Die Einhaltung dieser Mafse machte in vielen Fällen die Höherlegung von Stegen und Brücken nötig; wo dies nicht möglich oder nur mit sehr hohem Aufwand durchzuführen ist, werden die Gleise unter den Überbauten abgesenkt. Bei 4951 mm Hochlage kann das Tragseil unter dem Überbau nicht mehr durchgeführt, sondern mufs an diesem beiderseits abgespannt werden; der Fahrdraht geht allein unter der Brücke durch und mufs durch besondere Hilfsmittel gesichert werden; Textabb. 18 veranschaulicht eine solche Ausführung. Der Fahrdraht ist beiderseits des Überbaues von seiner Regelhöhe aus im Verhältnis 1 : 200 geneigt, um ein anstandsloses Befahren bei hohen Geschwindigkeiten zu ermöglichen.

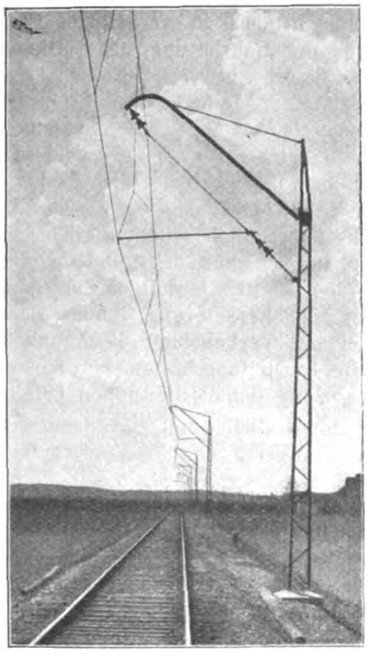


Abb. 12. Schrägseilaufhängung auf einem Teilabschnitt der Strecke München—Herrsching.

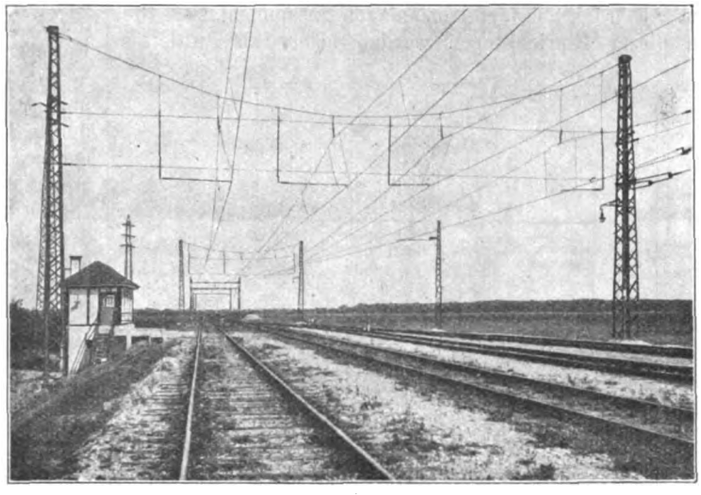


Abb. 14.
Knüppelisolator in der Querseilaufhängung der Station Feldmoching. (München—Landshut).

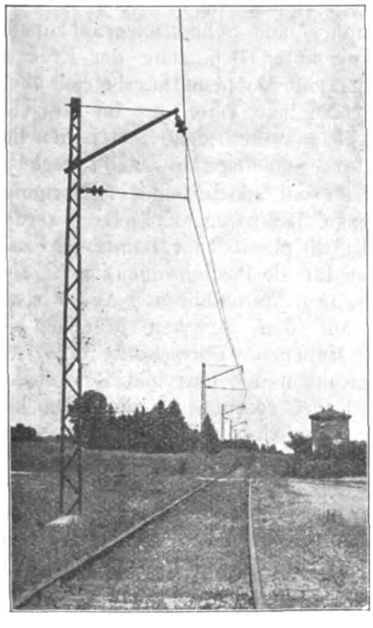


Abb. 13. Doppel-Doppelkopf-Isolator der Strecke Weilheim—Peifsenberg.

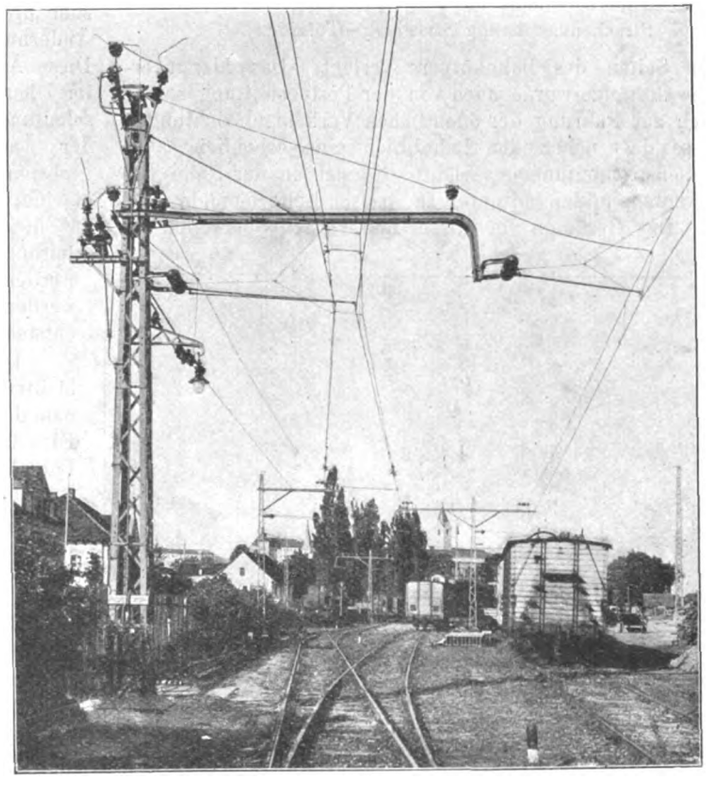


Abb. 15.
Anordnung der Streckenschalter an Masten.

In diesem Zusammenhange sind ferner noch zu erwähnen: der Umbau der Windverbände eiserner Brücken, welche das für die Durchführung der Fahrleitungen erforderliche lichte Mafs nicht besitzen, ferner die Höherlegung der vorhandenen die Eisenbahnstrecken überquerenden Starkstromleitungen der

Digitized by Google

Überlandversorgung, sowie die Verkabelung der bahneigenen Starkstromleitungen für Licht- und Kraftzwecke, soweit diese vorher als Freileitungen verlegt waren.

6. Umbau und Ergänzung der Schwachstromanlagen.

Der Eisenbahnbetrieb verlangt eine grofse Zahl von Verständigungs- und Fernmeldeeinrichtungen, die man allgemein unter dem Ausdruck Schwachstromanlagen zusammenfafst. Die Leitungen dieser Einrichtungen wurden bisher als Luftleiter

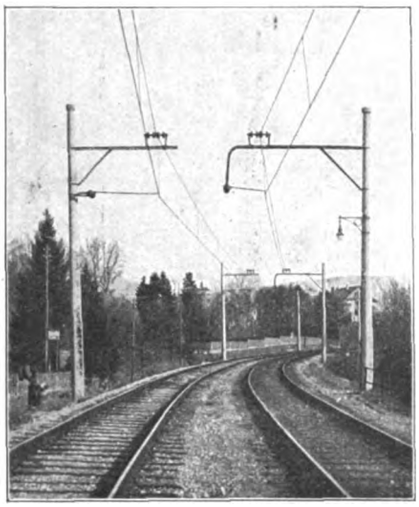


Abb. 16. Schleuderbetonmast als Tragvorrichtung der elektrischen Streckenausrüstung Starnberg—Tutzing.

zu beiden Seiten des Bahnkörpers verlegt. Das hierzu erforderliche Gestänge wurde auch von der Postverwaltung soweit als möglich zur Führung der öffentlichen Verkehrseinrichtungen benützt, so dafs neben den Bahnlinien eine erhebliche Zahl von Schwachstromleitungen verläuft, die sich in der Nähe von Verkehrsknotenpunkten mitunter zu grofsen Leiterbündeln auswachsen. Das Gestänge für diese Leiter steht bisweilen so

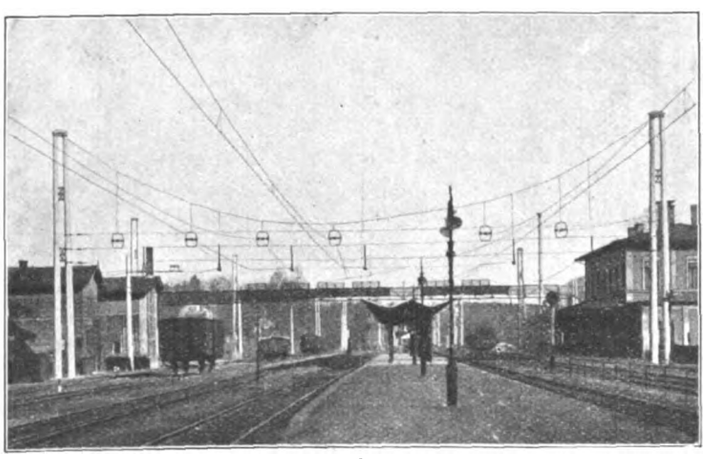


Abb. 17. Schleuderbetonmaste in Bahnhöfen.

nahe am Gleis der Bahnlinie, dafs die Maste für die Fahrleitungen in den Schwarm der Drähte hinein ragen würden. Schon aus Gründen der Betriebssicherheit kann an eine Belassung der vorhandenen Schwachstrom-Freileitungen in so geringer Entfernung von den Fahrleitungsanlagen nicht gedacht werden. Dazu kommen noch die störenden Einwirkungen des schwingenden elektrischen und magnetischen Feldes der Fahrleitungen auf die Schwachstromleitungen. Um die elektrischen Störwirkungen dem Verkehre nicht fühlbar werden zu lassen, gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren. Das eine, hauptsächlich in Schweden *) und Norwegen angewendet, besteht darin, die Ursachen der störenden Einflüsse zu unterdrücken durch Mafsnahmen im Bahnstrom-Verteilungsnetze, insbesondere in der Fahrleitungsanlage; zu diesem Zwecke wird die letztere mit Saugtransformatoren, sowie Rück- und Ausgleichsleitungen ausgestattet; hierdurch wird ermöglicht, die Schwachstromleitungen noch in verhältnismäfsig geringer Entfernung (15 m) von der Fahrleitung als Luftleiter zu verlegen; das zweite Verfahren, in der Schweiz, in Österreich und Deutschland benützt, bekämpft die Störwirkungen durch Schutzmafsnahmen in den Schwachstromanlagen. Hierzu gehört in erster Linie die Verkabelung der Leiter. Diese Mafsnahme ist in wirtschaftlicher Hinsicht von grofser Bedeutung, weil durch sie die Baukosten für die Umstellung der Betriebsform nicht unerheblich erhöht werden. Auch mufs die Zahl der Leiter in den Schwachstromkabeln wesentlich gröfser genommen werden, als dem jeweiligen Zustand entspricht, weil den Bedürfnissen der Erweiterung infolge Zunahme des Verkehres bereits bei der Verkabelung Rechnung zu tragen ist; ferner werden die Umstellungskosten mit einem Teil des Aufwandes der Verkabelung der Postleitungen belastet.

Mit der Verkabelung allein sind die Schutzmafsnahmen für die Schwachstromleitungen noch nicht erschöpft; auch die Kabel unterliegen noch den Störwirkungen der Fahrleitungen, namentlich bei den im Betrieb nicht zu vermeidenden Kurzschlüssen. Da die Schwachstromtechnik seit langem die Erde als Leiter benützt, andererseits aber auch bei den elektrischen Bahnen der Rückstrom nur zu einem Teile in den Fahrschienen, zum gröfseren Teile durch die Erde geleitet wird, ist eine Änderung der Schwachstrom-Schaltanordnung unvermeidbar. Diese Änderung besteht im Fernsprechwesen im wesentlichen im Übergang von der Gleichstromschaltung zur Wechselstromschaltung. Damit besteht die Möglichkeit, die Einrichtungen der Ämter durch Transformatoren (Übertrager) gegen die gröbsten Störwirkungen abzuschirmen. Auch im Fernschreibebetrieb (Morse-, Hughes- und Schnelltelegraphenbetrieb) mufs auf die Einfachleitung unter Benützung der Erde als Rückleitung verzichtet und zum Doppelleitungsbetrieb übergegangen werden. Dabei müssen jene Teile, die im Betriebe berührt werden, gegen die hohen, durch den elektrischen Bahnbetrieb entstehenden Induktionsspannungen besonders geschützt werden.

Da die letzteren mit zunehmender Entfernung von den elektrisch betriebenen Bahnstrecken kleiner werden, ist es naheliegend, die Kabel abseits der Bahnlinien zu verlegen. Dies läfst sich zwar für die Postleitungen, nicht aber für die Bahn-Fernmeldeleitungen durchführen. Aus wirtschaftlichen Gründen wurden auf den Strecken München—Garmisch, Tutzing—Kochel, München—Herrsching und München—Regensburg die Leitungen der Post und Reichsbahn in ein gemeinschaftliches Kabel zusammengefafst. Da hierbei nur ein Kabelgraben benötigt wird, sind die erzielten Einsparungen nicht unerheblich, wenn auch zuzugeben ist, dafs die Gefährdung der Postleitungen und der Einrichtungen der zugehörigen Ämter durch die grofse Nähe der Fahrleitungen eine gröfsere ist als bei Verlegung der öffentlichen Verkehrsleitungen abseits der Bahnstrecken. Da die Reichweite der Störwirkung nicht gering ist, mufsten die Schwachstromleitungen auch auf noch nicht elektrisierten Strecken einige Stationen weit verkabelt werden, so z. B. von Pasing nach Aubing und Lochhausen und von München nach Allach. Die Bauart der Kabel mit 0,9 mm und 1,4 mm starken Leitern zeigt Textabb. 19. Die Adern sind viererverseilt, gröfstenteils pupinisiert und zwar Stämme und Vierer. Zur Vermeidung von Geräuschen, die durch Einwirkung von höheren Harmonischen des Bahnstromes entstehen, sind die Erdkapazitäten der Adern mittels Zusatzkondensatoren aus-

*) Siehe Organ 1923, Heft 11 und 12, Seite 243.

Digitized by Google

geglichen. Textabb. 20 zeigt die grundsätzliche Anordnung der Pupinspulen und des Ausgleiches an dem Kabel der Strecke München—Herrsching. Der Abgleich ist hier nicht wie auf der Garmischer Liniengruppe in besonderen Abgleichkästen, sondern in Kondensatormuffen eingebaut. Entsprechend den derzeitigen und zu erwartenden Verkehrsbedürfnissen sind die Aderzahlen der Kabel abgestuft. So hat das Kabel von

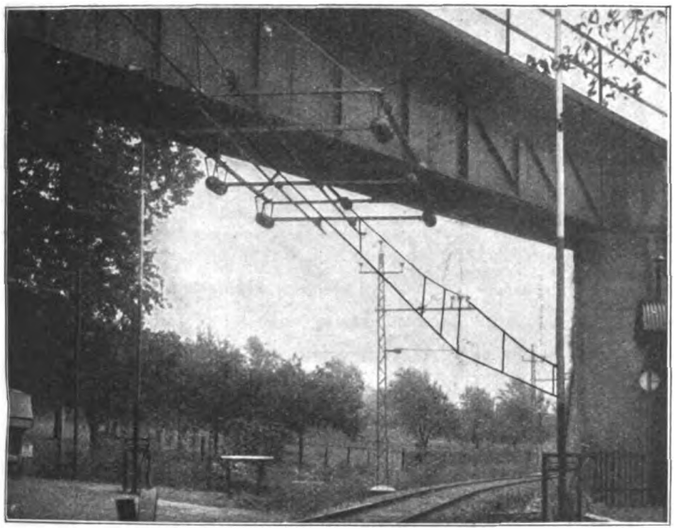


Abb. 18. Fahrdrahtanordnung unter schwerem Überbau und gleichzeitiger Strafsenkreuzung.

München Hbf. nach Laim 186 nur dem Eisenbahnverkehre dienende Aderpaare, seine Fortsetzung nach Pasing 118 Aderpaare. Die Fortsetzung nach Tutzing zählt 64 Doppeladern, wovon die Hälfte dem Betriebe der Postverwaltung dient; der Ast Tutzing—Kochel hat 34, jener von Tutzing nach Garmisch 44 Aderpaare (hälftig zur Verfügung der Post und der Reichsbahn).

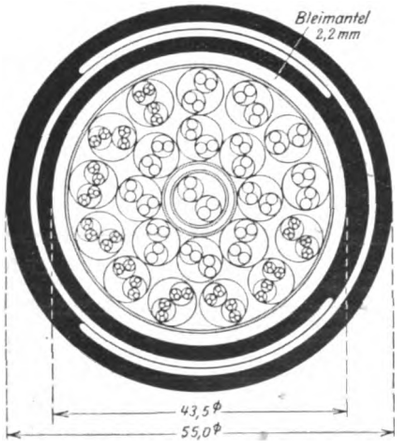


Abb. 19. Querschnitt eines Schwachstromkabels Tutzing—Kochel.

KBA { KB 2 × 1,4 (4) C 20
24 × 1,4 (3) C 20 bes. Konstr.
36 × 0,9 (8) C 20

Im allgemeinen ist es gelungen, den Betrieb der bahneigenen Fernmeldeleitungen und der öffentlichen Verkehrsleitungen der Reichspostverwaltung ohne wesentliche Störungen umzustellen. Auch die beim Selbstwähleramt Weilheim der Reichspost, dem ersten Gruppenwähleramt der Welt, an welches Teilnehmer bis im Umkreise von 2500 qkm angeschlossen sind, anfänglich aufgetretenen Schwierigkeiten konnten dank der unerschütterlichen Tatkraft der Schwachstromtechniker des Reichspostministeriums, Abteilung München, überwunden werden.

7. Die elektrischen Triebfahrzeuge.

Im Schrifttume*) sind die Bauarten der von der Gruppenverwaltung Bayern vergebenen elektrischen Lokomotiven für die neu auf den elektrischen Betrieb umgestellten Strecken wiederholt beschrieben worden. Aus folgender Übersicht 4 ist zu entnehmen, dafs Ende 1925 im ganzen 60 Stück von den bestellten fünf Bauarten von Lokomotiven angeliefert waren. Taf. 28 gibt einen Überblick über die grundsätzliche Bauanordnung dieser Lokomotiven, von denen drei Bauarten, nämlich die 1 C 1, 2 B-B 2 und 1 B-B 1 im Jahre 1925 eine Gesamtleistung von rund 2,77 Millionen km zurücklegten. Die Monatsleistung stieg von Januar bis Dezember 1925 von 51 600 auf 373 900 km.

8. Schuppen und Werkstätten für die elektrischen Triebfahrzeuge.

Da die vorhandenen, auf den Dampfbetrieb zugeschnittenen, teilweise veralteten Schuppen und Werkstätten für die Hinterstellung und Unterhaltung der elektrischen Triebfahrzeuge ungeeignet waren, mufsten neue Einrichtungen hierfür geschaffen werden. Ein alter Ringschuppen für Dampflokomotiven beim Betriebswerk I München wurde beseitigt und der dadurch gewonnene Platz für die Erbauung eines neuzeitlichen, 7600 m² umfassenden Schuppens für elektrische Lokomotiven ausgenützt. Sein Grundrifs ist so angeordnet, dafs er auf der einen Seite von der Gleisanlage, auf der anderen Seite von einer Schiebebühne mit 20 m Nutzlänge und 300 t Tragfähigkeit bestrichen wird; er hat 88,4 m Länge und 63,8 m Breite. In denselben führen auf der Ostseite mit einem gegenseitigen Abstand von 5,5 m elf Gleise, von denen acht mit je vier Arbeitsgruben und mit Fahrdraht ausgerüstet sind, der ständig unter Spannung steht. Drei Gleise, ebenfalls mit je vier Arbeitsgruben, sind nicht mit Fahrleitung bespannt und dienen dazu, neben kleinen Ausbesserungen auch Arbeiten auf dem Dache der Lokomotiven ausführen zu können. Der Schuppen enthält 40 Stände, ferner zwölf zur Instandsetzung; eine kleine, im Schuppen untergebrachte Werkstätte ermöglicht, die leichteren Ausbesserungsarbeiten anläfslich der kurzfristigen Überholungen durchzuführen. Da die Ausnützung der elektrischen Lokomotiven eine wesentlich gröfsere ist als jene der Dampflokomotiven — namentlich wegen des Entfalles der Bekohlung, des Wasserfassens usw. — ist die benötigte Zahl der Hinterstellungsstände beim elektrischen Betrieb erheblich geringer als beim Dampfbetrieb. Die Schuppen für die neue Betriebsform werden daher wesentlich kleiner als jene beim Dampfbetrieb.

Zur Vornahme der gröfseren Instandsetzungsarbeiten wurde ein besonderes Nebenbetriebswerk errichtet, das bis zur Erbauung einer eigenen Hauptwerkstätte für elektrische Lokomotiven auch deren Aufgabe zu übernehmen hat. Dieses an der Landsbergerstrafse in München errichtete Nebenbetriebswerk umfafst, abgesehen von den Nebengebäuden, im ganzen 9200 m² Grundfläche. Die Grundrifsbildung des Werkes war beeinflufst von dem verfügbaren Platze. In der Mitte des 216 m langen und rund 40 m breiten Werkes befindet sich die Hilfswerkstätte mit den erforderlichen Werkzeugmaschinen. Beiderseits dieses Teiles liegen je zwei vollständig gleichartig ausgebildete Kranfelder; das eine wird bestrichen von einem 20/5 t-, das andere von einem 5 t-Laufkran. An die Kranhallen schliefst sich beiderseits je ein Schiebebühnenfeld mit einer Bühne von 20 m Nutzlänge und 220 t Tragfähigkeit an, ausgestattet mit einem 5 t-Drehkran, der ermöglicht, die Schiebebühnengrube zum Abstellen von Aufbauten usw. zu verwenden. Auf das Schiebe-

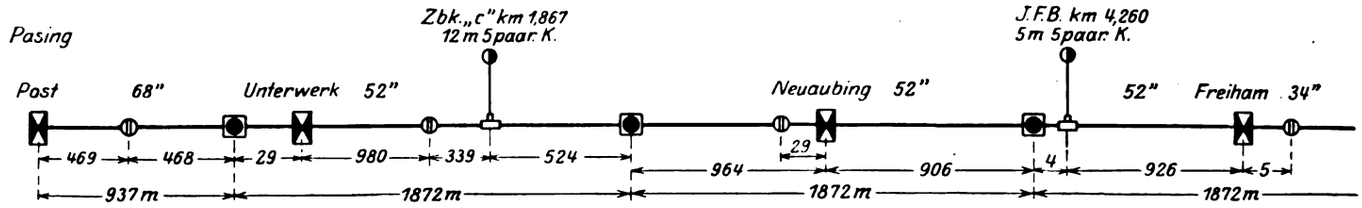
*) Organ 1924, Heft 9/10, S. 177; 1926, Heft 6, S. 109 bis 120. — Wechmann: „Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn", S. 182 bis 230.

Digitized by Google

bühnenfeld folgt beiderseits je eine mit Rädersenke versehene Aufbauhalle. Im ganzen sind 24 Lokomotivstände vorhanden.

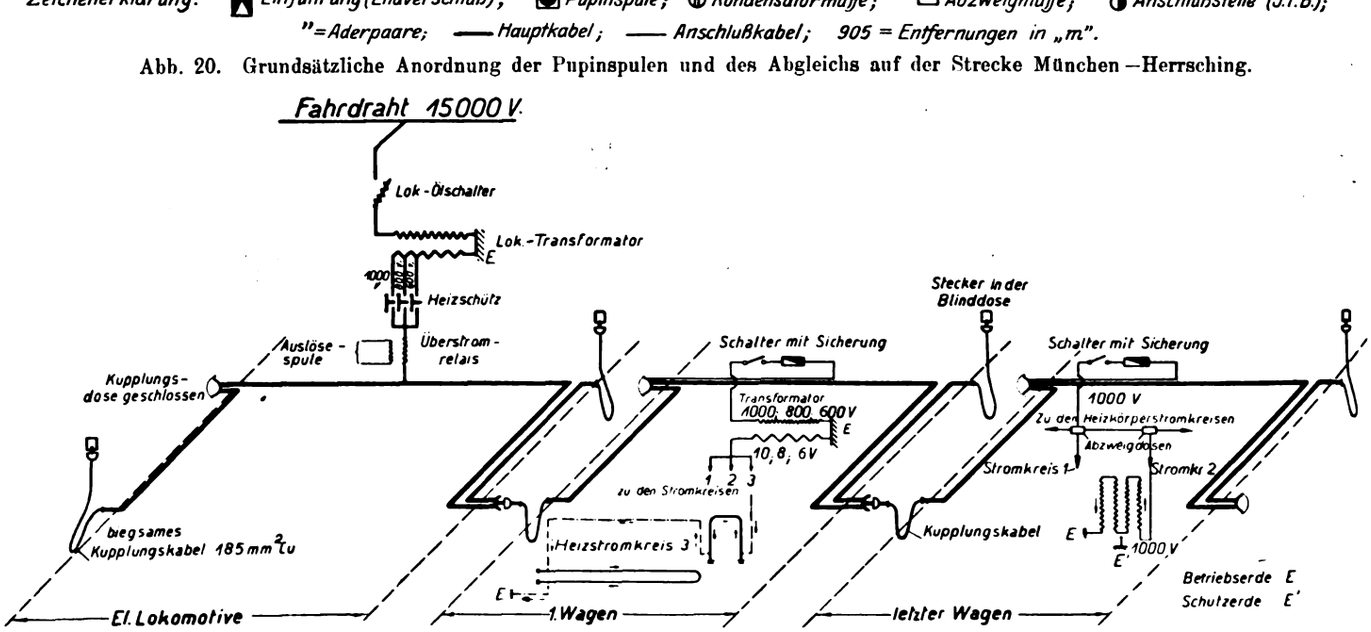
9. Die elektrische Zugheizung.

Die wesentlichen Grundlagen für die Ausbildung der elektrischen Zugheizung sind durch Beschlüsse des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen festgelegt. Die Wagen werden hiernach mit einer durchgehenden Heizleitung ausgerüstet; die höchste vom Lokomotiv-Transformator abgegebene Heizspannung ist 1,0 kV bei 15 kV Fahrdrahtspannung; hierbei soll von der Lokomotive aus eine Regelung der Heizspannung in drei Stufen, nämlich 1000, 800 und 600 Volt entsprechend einer Heizwirkung von 100, 64 und 36 v. H. erfolgen. Die allgemeine Anordnung der elektrischen Heizanlage zeigt Textabb. 21. An beiden Stirnseiten der Lokomotiven und Wagen ist je eine Kupplungsdose und ein Kupplungskabel angebracht; letzteres trägt an seinem freien Ende einen Stecker. Die Dose befindet sich immer unterhalb des Puffers mit gewölbter Scheibe,



Zeichenerklärung: Einführung (Endverschluß), Pupinspule; Kondensatormuffe; Abzweigmuffe; Anschlußstelle (J.F.B.); "=Aderpaare; —— Hauptkabel; —— Anschlußkabel; 905 = Entfernungen in „m".

Abb. 20. Grundsätzliche Anordnung der Pupinspulen und des Abgleichs auf der Strecke München—Herrsching.



Verbundheizung. Hochspannungsheizung.

Abb. 21. Schaltbild eines Zuges mit elektrischer Heizung.

Übersicht 4.

Triebfahrzeuge.

Achsanordnung	Bestimmt für	Höchstgeschwindigkeit km/h	Größtes Zuggewicht t	Dienstgewicht t	Dauerleistung der Triebmaschinen PS	Ende 1925 angelieferte Stück	Gesamte bestellte Stückzahl	Lieferer des elektrischen Teiles	Lieferer des Wagen-Teiles
1 C 1	Leichte Personenzüge	75	300	85,0	1000	19	29	B B C	Maffei
2 B B 2	Schwere Personenzüge	90	500	143	1960	24	35	A E G, S S W	„
1 Do 1	Schnellzüge	110	600	109	2000	—	10	B B C	Krauß
1 B — B 1	Leichte Güterzüge	65	850	114	1920	17	31	B E W, M S W	„
C — C	Schwere Güterzüge	55	1200	124	1960	—	20	A E G, S S W	„
					Zusammen:	60	125		
Triebwagen	Vorortverkehr	75	100	56	500	—	10*)	B B C	Fuchs Mannheim
					Insgesamt:	60	135		

*) Hiervon vier mit aus Dampftriebwagen umgebautem Wagenteil.

Digitized by Google

das Kupplungskabel ist unterhalb des Puffers mit flacher Scheibe befestigt. Der nicht gekuppelte Stecker wird in einer Blinddose eingehängt und verriegelt (Textabb. 22). An eine der beiden Kupplungsdosen ist die Heizanlage des Wagens mit einer über Sicherung und Schalter führenden Abzweigleitung angeschlossen.

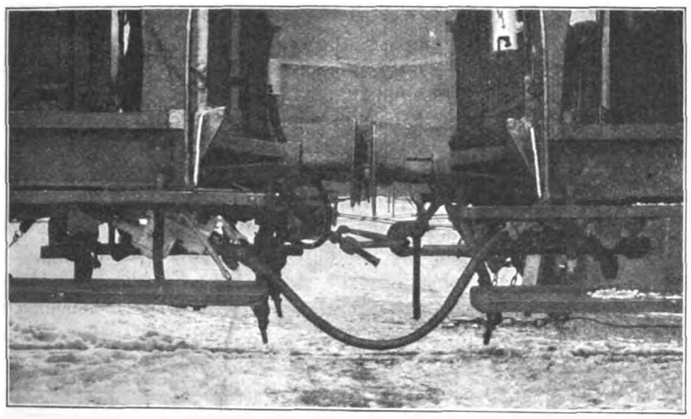


Abb. 22. Elektrische Heizkupplung (Seitenansicht).

Die Heizkörper sind entweder als Niederspannungsheizkörper oder als Hochspannungsheizkörper ausgebildet. Bei der erstgenannten Bauart sind die vorhandenen Dampfheizrohre als Heizkörper benützt; die Heizspannung in solchen Wagen beträgt 10 bzw. 8 oder 6 Volt. Ein Transformator am Untergestell des Wagens aufgehängt, setzt die von der Lokomotive abgegebene Heizspannungen auf 10 bzw. 8 oder 6 Volt herab. Die Leistung des Transformators beträgt für einen dreiachsigen Wagen rund 20 kVA (Wagen 1 der Textabb. 21). Bei den Wagen mit Hochspannungsheizkörpern werden die Heizkörper mit der einen Klemme an die Spannung der durchgehenden Heizleitung (1,0; 0,8 bzw. 0,6 kV) gelegt, mit den anderen Klemme an die Längsträger (Erde) des Wagens angeschlossen; diese Leitung (Betriebserde, 10 mm² Cu) ist isoliert verlegt, während die Leitungen der Schutzerde für das Gehäuse der Heizkörper (4 mm² Cu) nicht geschützt sind. Die Heizkörper sind in der Regel unter den Sitzbänken angebracht. Eine Regelung der Heizung im Wageninnern ist nicht vorgesehen. Die Heizleistung wird vom Lokomotivführer geregelt.

Für die Bedienung der Heizkupplung, deren wichtigste Maſse vereinheitlicht wurden, sind besondere Vorschriften erlassen, da bei der hohen Betriebsspannung ein Berühren spannungsführender Teile lebensgefährlich ist. Die Kupplung darf nur betätigt werden, wenn die durchgehende Heizleistung vorher spannungslos gemacht worden ist; das gleiche gilt auch für das Öffnen des Sicherungskastens; andererseits darf der Lokomotivführer erst die Heizung einschalten, wenn die Kupplung der Heizleitung sämtlicher Wagen durchgeführt ist.

10. Die Anpassung des Fahrplanes an die neue Betriebsform.

Würde sich die Bahnverwaltung damit begnügt haben, die Dampfzugkraft durch die elektrische Lokomotive zu ersetzen, so wäre die Enttäuschung über die neue Betriebsform nicht nur in fachtechnischen Kreisen, sondern auch in der Öffentlichkeit eine allgemeine gewesen. Eine so grundlegende Änderung der Betriebsweise wie die Umstellung auf den elektrischen Betrieb verlangt auch nach einer sichtbaren Auswertung derselben auf den öffentlichen Verkehr. Es ist das Verdienst des Präsidenten der Reichsbahndirektion München, Geheimen Rates v. Völcker, dieses Ziel klar erkannt und mit groſser Tatkraft durchgesetzt zu haben. Zunächst kam hierfür mit Beginn des Sommerfahrplanes 1925 nur die in ihrer ganzen Länge fertiggestellte Strecke München—Garmisch mit Tutzing—Kochel in Frage.

In erster Linie lieſs sich eine wesentliche Kürzung der Fahrzeiten aus dem Grunde erreichen, weil die elektrischen Lokomotiven in der Lage sind, die Züge rascher zu beschleunigen und die Bergstrecken fast ebenso schnell zu befahren wie die Talstrecken. Textabb. 23 zeigt die Auswirkung dieser Eigenschaften auf die Fahrzeiten gegenüber dem vorher in Kraft gewesenen Fahrplan beim Dampfbetrieb. Die Reisezeit München—Garmisch lieſs sich bei den Schnellzügen um 39 %, bei den Personenzügen um 47 % herabdrücken. Ein noch weiter gestecktes Ziel war die Neuordnung des Zugverkehres

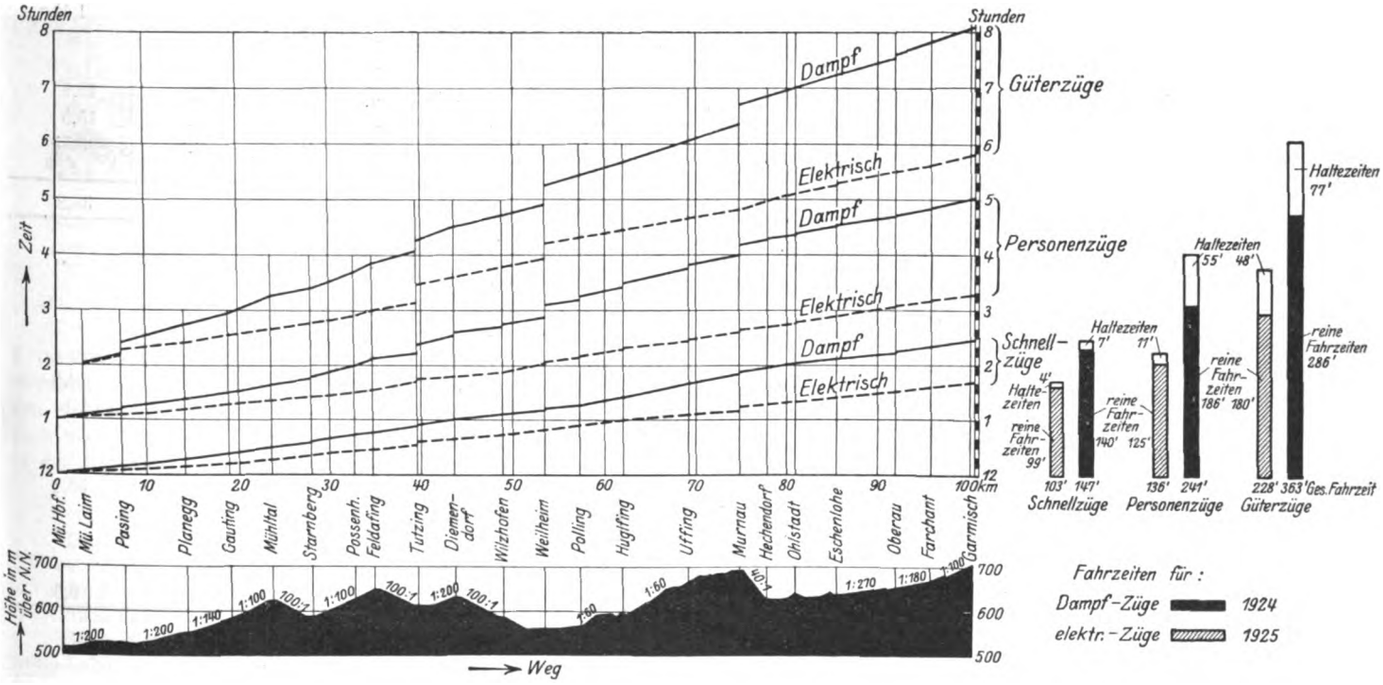


Abb. 23. Vergleich der Fahrzeiten bei Dampf- und elektrischem Betrieb der Strecke München—Garmisch.

Digitized by Google

durch den staffelförmigen Aufbau des letzteren. Denn der bisherige Fahrplan berücksichtigte nur zum geringen Teile die an einzelnen Punkten der Strecke anfallende Verkehrsgröfse; die Folge hiervon war das unnütze Mitführen von leeren Wagen auf langen Strecken, z. B. von Starnberg bis Garmisch bzw. Kochel und zurück, sowie die Verlängerung der Aufenthalte bei den Fernzügen. Die Abstufung des Verkehrs nach Staffeln brachte eine Verkleinerung der Zugeinheit, eine Verkürzung der Reisezeit und eine Vermehrung der Fahrgelegenheit, ohne dafs eine Erhöhung der Gesamtbetriebskosten eintrat.

11. Die Ausbildung des Personals für die neue Betriebsform.

Die Beibehaltung vorhandenen Personals für den Betriebsmaschinendienst, für die Unterhaltung der elektrischen Lokomotiven, für Betrieb und Unterhaltung der Unterwerke, Fern- und Fahrleitungen war oberster Grundsatz Da die Betriebssicherheit wesentlich abhängig ist von dem Verständnis, mit welchem an die neuen Aufgaben herangetreten wird, mufste der Ausbildung geeigneter Kräfte besonderes Augenmerk zugewendet werden.

Der Unterricht im Aufbau und in der Unterhaltung der elektrischen Lokomotiven wurde erleichtert durch den Entschlufs, das unter Abschnitt 8 erwähnte Nebenbetriebswerk an der Landsbergerstrafse in München so rechtzeitig zu erstellen, dafs der Aufbau des elektrischen Teiles der neuen Lokomotiven durch die elektrotechnischen Bauanstalten im wesentlichen in diesem Werke vor sich gehen konnte. Gruppen von Lokomotivführern und Arbeitern wurden in mehrwöchentlichen, durch Vorträge und Anschauungsunterricht ergänzten Kursen mit den Einzelteilen der elektrischen Lokomotiven, des Zusammenbaues und ihrer Wirkungsweise vertraut gemacht. Im Betriebsmaschinendienst konnten die Lokomotivführer auf den älteren, elektrisch betriebenen Strecken (Salzburg Freilassing Berchtesgaden, Mittenwaldbahn) ausgebildet, ferner erfahrene Führer dieser Strecken als Lehrführer auf den neu umgestellten Strecken herangezogen werden.

Die für den Betrieb und die Unterhaltung der Unterwerke, Fern- und Fahrleitungen bestimmten Mannschaften wurden gröfsten Teiles schon während des Baues dieser Einrichtungen, zum Teile schon beim Baubeginn, entweder zur Aufsicht oder zur Mitarbeit an diesen Arbeiten herangezogen, sahen somit die gesamten Einrichtungen unter ihren Augen erstehen und wurden mit diesen in allen Einzelheiten vertraut.

Verbleibt noch das nicht fachtechnisch vorgebildete Personal der Stationen und der Bahnunterhaltung. Dieses wurde mit Hilfe eines Unterrichtswagens, der nach den einzelnen Stationen verbracht wurde, ausgebildet. In erster Linie wurde es aufgeklärt über die Gefahren, die der elektrische Betrieb mit sich bringt und über die erste Hilfeleistung, dann — zum Teil an Hand von Bauteilen und Lichtbildern — belehrt über die wesentlichen Bestandteile der elektrischen Zugförderungsanlagen, schliefslich unterrichtet in der Handhabung der Schalter, die auf den Stationen verteilt, vom Personal der letzteren bedient werden müssen, sowie vertraut gemacht mit den die in Störungsfällen zu ergreifende Mafsnahmen.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dafs die Umstellung des Personals auf die neue Betriebsweise glatt von statten gegangen ist, wenn auch einige tödliche Unfälle zu verzeichnen waren.

12. Schlufswort.

Die geschilderten Arbeiten erforderten einen ganz erheblichen Aufwand an Mitteln; wohl den gröfsten, der für die in Betracht kommenden Strecken jemals aufgewendet wurde. Einschliefslich der Kosten der Bahnstrom-Fernleitungen, Unterwerke und Speiseleitungen kann für je km eingleisige Strecke ein Aufwand von rund 40 000 ℳ für die Umstellung der Betriebsform ohne Berücksichtigung der Zugkraft, Zugheizung, Werkstätte- und Schuppenanlagen gerechnet werden. Die Fahrleitung allein erfordert ohne die Bahnhöfe etwa 12 bis 13 000 ℳ je km Einfachgleis; die Ausrüstung der Bahnhöfe etwa 30 v. H. mehr je km Gleis. Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit*) eines solchen Aufwandes drängt sich daher in erster Linie auf. Dies führt zu einem Vergleich*) der Betriebskosten beim Dampf und beim elektrischen Betrieb. Da die festen Kosten infolge des grofsen Bauaufwandes erheblich steigen, müssen, wenn eine Wirtschaftlichkeit gegeben sein soll, die veränderlichen Kosten beim elektrischen Betriebe wesentlich geringer sein als beim Dampfbetrieb; der Umwälzung in der Betriebsform mufs also auch eine Umstellung in der Finanzwirtschaft entsprechen; diese Verschiebung besteht darin, dafs sich veränderliche Kosten, die beim Dampfbetrieb angefallen sind, in feste Kosten beim elektrischen Betriebe verwandeln.

Die Betriebsergebnisse des Jahres 1925 lassen bereits erkennen, in welcher Weise und Höhe die Verschiebung bei den einzelnen Ausgabetiteln vor sich geht. Werden diese Ausgaben beim Dampfbetrieb jeweils = 1 gesetzt, so ergeben sich folgende Umstellungsfaktoren für die Einzelausgaben beim elektrischen Betrieb:

Übersicht 5.

O.-Z.	Ausgaben für	Umstellungsfaktor	Vom Hundertsatz der Gesamtkosten beim Dampfbetr.	elektr. Betr.
	Spalte:	1	2	1 × 2
	A) Veränderliche Kosten:			
1	Zugförderungsarbeit . .	0,27	26,2	7,1
2	Schmierstoffe für die Lokomotiven	2,30	0,5	1,15
3	Unterhaltung und Ausbesserung der Lokomotiven	0,60	18,2	10,9
4	Lokomotivmannschaft .	0,51	30,4	15,5
5	Betriebsarbeiter . . .	0,47	7,5	3,55
	A) Veränderliche Ausgaben:	0,46	82,8	38,2
	B) Feste Kosten:			
6	Rücklagen für die Wiederbeschaffung der elektr. Lokomotiven, Werkstätten und elektr. Ausrüstungen	1,37	3,5	4,8
7	Verzinsung der Anlagekosten der Lokomotiven, Werkbauten, Streckenausrüstungen	4,14	12,9	53,4
8	Bedienung und Unterhaltung der Unterwerke, Fahr- und Fernleitungen. Fernmeldeanlagen . .	4,5	0,8	3,6
	B) Feste Kosten:	3,6	17,2	61,8
	hierzu: A) Veränderliche Kosten:	0,46	82,8	38,2
			100	100

Die Übersicht zeigt, dafs die festen Kosten etwa auf das 3,6 fache jener beim Dampfbetrieb ansteigen, die veränderlichen Kosten sinken etwa auf die Hälfte (0,46). Bei Beurteilung der Ziffern der Übersicht ist zu beachten, dafs es sich um das

*) Organ 1924, Heft 9/10, Seite 237.

Digitized by Google

erste Betriebsjahr handelt, die Kosten der Unterhaltung der elektrischen Lokomotiven und der neuen elektrischen Ausrüstungen also verhältnismäfsig gering sind. Deutlich erhellt jedoch der geringere Aufwand für die Zugförderungsarbeit wegen des Entfalles der Kohlen- und Wasserkosten, ferner der geringere Bedarf an Personal wegen der Entbehrlichkeit der Heizer und der günstigeren Ausnützung der elektrischen Lokomotiven. Die Kosten der Zugförderungsarbeit bestehen beim elektrischen Betrieb lediglich aus der für die Stromlieferung an das Bayernwerk, als Betriebsführerin der Grofswasserkräfte zu leistenden Vergütung (1,73 Pf./kWh); die Grundlage für letztere bilden die monatlichen Ablesungen der Bahnstrom-Maschinen-Zähler in den Wasserkräften. Textabb. 24 zeigt den Verlauf des Stromverbrauches in den einzelnen Monaten des Jahres 1925 und die zugehörige Zugförderungsleistung in

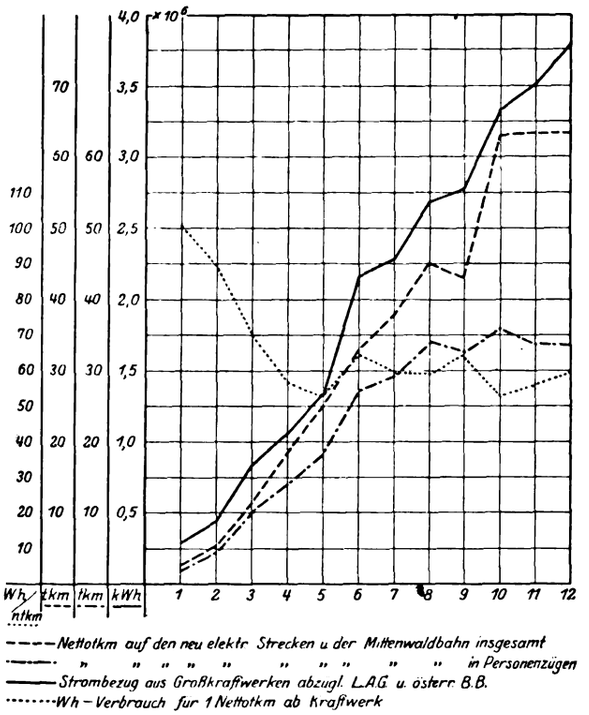


Abb. 24. Arbeitsverbrauch für elektrische Zugförderung 1925.

Netto-tkm. Wegen der schrittweisen Umstellung sowohl der einzelnen Strecken als auch der einzelnen Zugsgattungen auf den elektrischen Betrieb ist der Arbeitsverbrauch je Netto-tkm noch verhältnismäfsig schwankend. Das Ansteigen der Linie in den Monaten Oktober bis Dezember 1925 ist auf den Einflufs der elektrischen Zugheizung zurückzuführen, die je nach der eingeschalteten Heizstufe auf etwa 8 bis 12 Wh je gefahrenen Personenwagen-Netto-tkm anzuschlagen ist. Der Arbeitsverbrauch der Züge schwankt je nach der Ausnützung der Zugkraft, den Streckenverhältnissen und der Geschwindigkeit der Züge; er kann im Durchschnitt zu 26 bis 28 Wh Brutto-tkm ab Kraftwerk angesetzt werden. Diese Verbrauchsziffer wird jedoch mit Umstellung von Strecken, welche mit schweren Güterzügen belegt sind, voraussichtlich noch weiter sinken. Bei den festen Kosten ist die Verzinsung der Anlagekosten für Dampfbetrieb zu 7 % angenommen; für den elektrischen Betrieb ist ein Zinssatz von 11,8 % zugrunde gelegt, der sich aus der vergleichenden Wirtschaftsrechnung ergibt, wenn die neue Betriebsform nicht teurer kommen soll als die bisherige.

Diese Wirtschaftsergebnisse des ersten Betriebsjahres können aber aus dem Grunde nicht zu allgemeinen Eolgerungen über die Verwertung der Wasserkräfte für den elektrischen Zugbetrieb herangezogen werden, weil sie sich auf Strecken beziehen, deren Verkehrsgröfse eine verhältnismäfsig kleine ist. Die Strecken Regensburg—München, Kufstein—München, Salzburg—Rosenheim, München—Augsburg—Ulm, werden eine erhebliche günstigere Ausnützung der neu geschaffenen Anlagen bringen als die 1925 umgestellten Linien. Die manchmal geäufserte Ansicht, dafs die Umstellung der Betriebsform in erster Linie nicht auf Wasserkraft, sondern auf Kohlenfeldern aufzubauen wäre, weil der Ausbau der Wasserkräfte, wenn auch volkswirtschaftlich wegen der Schonung der Kohlenfelder zu begrüfsen, finanzwirtschaftlich aber wegen der hohen Aufwendungen für den Ausbau dieser Kräfte nicht zu empfehlen ist, trifft für die bisher ausgebauten bayerischen Grofswasserkräfte nicht zu; denn der Aufwand für ein ausgebautes PS zur Bahnstromerzeugung beträgt bei diesen Kräften rund 260 ℳ, ein Betrag, welcher auch für Wärmekraftwerke nicht unterschritten wird. Die Ausbildung der Kraftwerke als Stromerzeugungsanlagen gleichzeitig für Drehstrom und Bahnstrom — wie beim Walchenseewerk und bei der Mittleren Isar geschehen — wirkt sich eben nicht blos in einer günstigeren Ausnützung der Wasserführung als bei Errichtung besonderer Bahnstromwerke aus, sondern verteilt die Baukosten der Wassergewinnungsanlagen auf zwei tragfähige Verbraucher. Volkswirtschaftlich und finanzwirtschaftlich fehlerhaft wäre es dagegen, einmal geschaffene Anlagen nicht auszunützen. Deshalb müssen in den nächsten Jahren entsprechend dem seiner Zeit aufgestellten Bauplane weitere Eisenbahnstrecken in Bayern auf die elektrische Betriebsform umgestellt werden, wenn die ausgebauten Kräfte ausgenützt werden sollen; denn die bis jetzt umgestellten und in Umstellung begriffenen Strecken werden nur zu etwa $^1/_3$ die für die Bahnstromerzeugung verfügbaren Kräfte in Anspruch nehmen.

Einiges über die elektrischen Bahnen Amerikas im Jahre 1925.

Gegenwärtig sind in Amerika 582 elektrische Lokomotiven auf 4800 km mit elektrischer Streckenausrüstung versehenen Bahnstrecken in Verwendung. Dazu kommen 8791 Motorwagen mit Vielfach-Einheits-Steuerung.

Für die Bergwerks-Gesellschaft von El Potosi wurden fünf Gleichstrom-Lokomotiven von je 25 t, 600 V geliefert, die mit Rücksicht auf den Umstand, dafs sie für Schmalspur 762 mm bestimmt sind, besonders entworfen werden mufsten. Die Fahrgestelle sind mit vier Antriebsmotoren ausgerüstet.

Eine ölelektrische Lokomotive von 60 t wurde auf mehreren Bahnlinien versucht und von sechs Bahnverwaltungen bestellt. Die Antriebseinrichtung besteht aus einer 310 PS-Ölmaschine, unmittelbar gekuppelt mit einem Gleichstrom-Stromerzeuger, der wieder vier Motoren speist, die auf die Treibräder durch Zahnräder wirken. Diese Lokomotiven sind in erster Linie für den Verschiebedienst bestimmt; sie eignen sich aber auch für den Güterverkehr auf Zweigstrecken, die wenig befahren werden. Die laufenden Betriebskosten werden durch den Wegfall der Stillstandsverluste und durch die geringeren Brennstoffkosten wesentlich herabgesetzt.

Der gasolinelektrische Motorwagen ist für Zweigstrecken besonders geeignet. Die Betriebsaufzeichnungen ergeben rund 1 ℳ oder weniger je Zug-km, gegenüber 2,60 bis 4,60 ℳ je Zug-km beim Dampfbetrieb. Es sind gegenwärtig mehr als 50 solche Motorwagen eingestellt. Sie wiegen 35 t und besitzen eine 175 PS-Gasolinmaschine. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit liegt zwischen 40 und 56 km/h, die Höchstgeschwindigkeit zwischen 80 und 96 km/h. Wenn erforderlich, werden die Motorwagen mit Anhänger geführt.

Die Canadian National Railway hat 7 Motorwagen von je 18,3 m Länge eingestellt, die je eine 185 PS Ölmaschine enthalten, unmittelbar gekuppelt mit einem Gleichstrom-Stromerzeuger von 600 V Betriebsspannung. Einer dieser Wagen hat letzthin die Strecke Montreal—Vancouver in drei Tagen zurückgelegt, ohne jede Unterbrechung. Die ganze Strecke hat 4700 km, die Fahrtdauer betrug 67 Stunden, entsprechend einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 69,6 km/h. Sch-a.

Digitized by Google

Zur Einrichtung des elektrischen Betriebs auf der Paris—Orléans-Bahn*).

Von Dipl.-Ing. E. Th. Homolatsch.

Die Paris-Orléans-Bahn (P. O.) begann bereits im Jahre 1900 eine Strecke innerhalb Paris (Quai d'Orsay—Gare d'Austerlitz) elektrisch zu betreiben und dehnte diesen Betrieb im Jahre 1904 bis Juvisy aus. Es wurde damals 600 Volt Gleichstrom gewählt und bis heute beibehalten. Bisher versahen 18 Lokomotiven von 1000 bis 2000 PS und 7 Triebwagen von 700 PS den Dienst auf dieser 23 km langen Linie bei einem Verkehr von über 10 Millionen tkm je km doppelgleisiger Strecke. Die Jahreskilometerzahl betrug hierbei für die Triebwagen 75000 km. Bereits im Jahre 1910 erwog man die Umstellung weiterer Strecken auf elektrischen Betrieb, doch konnte bei den damaligen Kohlenpreisen eine befriedigende Wirtschaftlichkeit nicht erwiesen werden. Erst die im Kriege auftretende Kohlennot veranlafste zur Wiederaufnahme der Studien, insbesondere der Energieversorgung aus Wasserkraftwerken im »Massif Central« (franz. Mittelgebirge). Schliefslich wurde 1919 ein Entwurf grofsen Stils vorgelegt, der aufser der Elektrisierung der wichtigsten Linien der P. O. auch die Ausbeutung der Wasserkräfte im Mittelgebirge und die Übertragung elektrischer Energie auf grofse Entfernungen ins Auge fafste.

Wirtschaftliches. Von dem richtigen Standpunkt ausgehend, dafs die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes nur in geringem Mafse davon abhängt, wo die elektrische Kraftquelle liegt, dafs dagegen im Interesse der Wirtschaftlichkeit eines ganzen Bahnnetzes auf den Linien mit der Elektrisierung zu beginnen ist, die den gröfsten Kohlenverbrauch je km Strecke haben und von den Kohlenfelder weit entfernt liegen, ging man daran, ausgedehnte Berechnungen aufzustellen.

An erster Stelle steht die Strecke Paris—Orléans, sodann folgt Paris—Toulouse (im Süden).

Setzt man in erster Annäherung die Betriebsausgaben $d = a + bT$, einem gleichbleibenden und einem mit dem Verkehre T wachsenden Gliede gleich, so kommt man den Angaben der Statistiken schon recht nahe. Hat eine Strecke viele Steigungen, so ist ein Berichtigungsfaktor einzusetzen, der von verschiedenen Autoren berechnet, im allgemeinen eine hyperbelähnliche Funktion der Durchschnittssteigung ist und in den Angaben der Quelle zu $K = \frac{52{,}5\,(1 + 0{,}04\,i)}{60 - i}$ angenommen ist, wobei i die Durchschnittssteigung in ‰ bedeutet. 60 ist hierbei die Höchstgrenze der Steigung für den Dampfbetrieb; für den elektrischen Betrieb kann sie zu 140 ‰ eingesetzt werden, woraus der Berichtigungsfaktor für den elektrischen Betrieb gleich $K = \frac{52{,}5\,(1 + 0{,}0\,4\,i)}{140 - i}$ wird.

Man kommt so zu dem Ergebnis, dafs oberhalb einer gewissen Verkehrsstärke und über eine gewisse Steigung die elektrische Zugförderung der Dampfförderung überlegen ist.

Für den Dampfbetrieb kommen in Frage: die Ausgaben für Kohle und die Ausgaben für die Führung, Unterhaltung und Ausbesserung der Lokomotiven; für den elektrischen Betrieb dagegen: die Kosten der elektrischen Energie, die Ausgaben für die Führung usw., die Zinsen und Tilgungsraten für elektrische Zentralen, Leitungen, Unterstationen und Fahrleitungen.

Vom Ansatz des Lokomotivparkes kann abgesehen werden, da die bisherigen Erfahrungen lehrten, dafs die Anschaffungskosten der weniger zahlreichen aber teuereren elektrischen Lokomotiven, den Kosten der zahlreicheren, aber billigeren Dampflokomotiven nahezu gleichkommen.

*) Nach einem Aufsatz der Revue Générale des Chemins de fer, Nov. und Dez. 1925 und im Engineering 1926.

Setzt man für die verbrauchte Kohlenmenge in t je km Strecke Q und für den Preis einer t Kohle frei Tender C, so sind die Brennstoffausgaben je km Strecke QC. Die Erfahrung der P. O. auf zwei gleichgestalteten, jedoch verschiedenartig betriebenen Linien haben gezeigt, dafs die Ausgaben für die Führung, Unterhaltung usw. je km Strecke für den elektrischen Betrieb um 1 fr. (1920) (0,30 fr. vor dem Kriege) niedriger sind. — Nun macht die Wirtschaftlichkeitsrechnung der Quelle eine etwas gewagte Annahme bezüglich der Stabilisierung, indem der Frank in zwei Glieder zerlegt wird: $0{,}10 + 0{,}009\,C$ was bei dem Kohlenpreise von rund 100 fr. 1 fr. ergibt. Für die Linien mit gröfseren Steigungen wird nun für den Dampfbetrieb, wegen der schwierigeren Arbeitsverhältnisse eine Zuschlag von $e\,\%$ gemacht, der für 15 ‰ etwa 25 % beträgt. Die Ersparnis an Ausgaben beim elektrischen Betrieb läfst sich also wie folgt ausdrücken:

$$(0{,}10 + 0{,}009\,C)\,.\,(1 + e\,\%).$$

Nach einem Erfahrungswert der P. O. werden für den Lokomotivkilometer etwa 28 kg Kohle gebraucht. Die Zahl der Zugkilometer ist daher $\frac{1000}{28}\,.\,Q$ und hiermit die Ersparnis je km Strecke beim elektrischen Betrieb gleich:

$$Q\,\frac{1000}{28}\,(0{,}10 + 0{,}009\,C)\,(1 + e\,\%).$$

Bei den Ausgaben für den elektrischen Betrieb bezeichne:

P das je km Strecke an elektrischen Anlagen aufgewandte Kapital,

r die Summe aus Zinsfufs, Tilgungsraten 1 % für Unterhaltung der ganzen elektrischen Anlagen und der Wartung der Unterstationen,

l die Zahl der kg Kohle die einem Kilowatt an der Sekundärseite der Unterstation entsprechen, (für den Vorortverkehr zwischen 3,5 und 4, und für den Fernverkehr etwa 2,5 bis 3,5),

p den Preis der elektrischen Energie in der Unterstation.

Dann sind die Jahreskosten für die elektrische Anlage: $\frac{Pr}{100}$ und die elektrische Energiemenge zur Bewältigung eines dem Dampfbetriebe gleichgestalteten Verkehrs: $\frac{1000\,Q}{l}$; schliefslich die Ausgaben für elektrische Arbeit: $\frac{1000\,Qp}{l}$.

Unter diesen Bedingungen läfst sich die Bilanzformel wie folgt schreiben:

$$QC + \frac{1000}{28}\,Q\,(0{,}10 + 0{,}009\,C)\,(1 + e\,\%) = \frac{1000\,Qp}{l} + \frac{Pr}{100}$$

und durch Ableitung:

$$Q = \frac{\frac{Pr}{100}}{C\,[1 + 0{,}32\,(1 + e\,\%)] + 3{,}57\,(1 + e\,\%) - \frac{1000\,p}{l}}.$$

Für Flachbahnstrecken, wo $1 + e\,\% = 1$ wird, vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$Q = \frac{\frac{Pr}{100}}{1{,}32\,C + 3{,}57 - \frac{1000\,p}{l}}.$$

Im folgenden sind für verschiedene Kohlenpreise die Werte dieser Formel, die Grenzwerte des Kohlenpreises je km Strecke, für die verschiedenen Linien ausgerechnet unter der Annahme, dafs für

Digitized by Google

	flache Strecken	Gebirgsstrecken
l	3	3,3
p	0,10 fr.	0,09 fr.*)
r	8,5 %	8,5 %
e	—	25 %

angenommen werden kann.

Ferner wurde als Anlagekapital P je km Strecke
800000 fr. für viergleisige,
650000 fr. für dreigleisige,
470000 fr. für doppelgleisige und
250000 fr. für eingleisige Strecken der Rechnung zugrunde gelegt.

Die Ergebnisse der Formeln sind in Abb. 1 bildlich dargestellt. Die Beziehung der Verkehrsdichte in tkm zur Tonnenleistung je km Strecke stellt der Erfahrungswert der P. O. von 0,06 kg Kohlenverbrauch je tkm her. Alle diese Betrachtungen haben die französischen Wirtschaftsverhältnisse des Jahres 1920 zur Grundlage, gestatten aber immerhin sich ein Bild zu machen, wo der Mindestwert des Verkehrs in bezug auf den Kohlenpreis liegt, von dem an sich der elektrische Betrieb billiger stellt als der Dampfbetrieb.

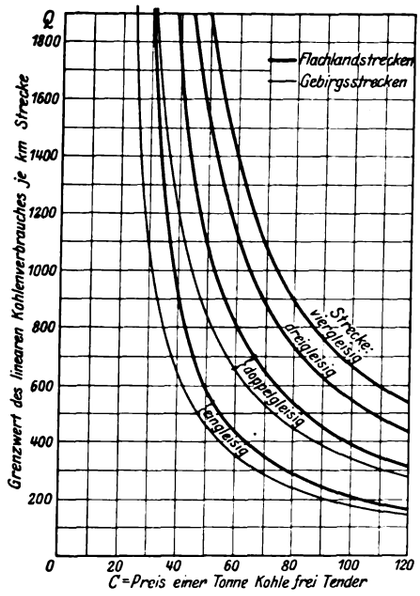


Abb. 1.

Erzeugung, Verteilung und Umformung der elektrischen Energie. Die elektrische Energie wird als 50periodiger Drehstrom in den Dampfkraftwerken der Pariser Umgebung, in Gennevilliers und Vitry; dem Wasserkraftwerk in Eguzon und den Wasserkraftwerken in der Haute Dordogne und zwar in Coindre, Vernéjoux und auf dem Chavanon erzeugt. Für die Grofsverteilung wurde für 60000 V Kabel, für 90000 und 150000 V (später 220000 V) Freileitung vorgesehen. Die Verteilungsleitungen zu den Unterstationen in der Umgebung von Paris werden mit 13500 V (Kabel) gespeist, alle anderen sind Freileitungen mit 90000 V. Der Drehstrom wird in den Unterstationen in Gleichstrom von 1500 V umgeformt. Jede Unterstation hat zwei oder drei Einankerumformer zu 2000 kW Dauerleistung 100 % Überlastungsfähigkeit; ein Umformer davon dient als Reserve. Als Stromzuführung zu den Lokomotiven dient in der Nähe von Paris die seit 1900 bestehende dritte Schiene, auf den übrigen Strecken ein Doppelfahrdraht.

*) Etwas niedriger gehalten, da Gebirgsstrecken näher an den Wasserkraftwerken liegen.

Lokomotiven und Triebwagen. Für den Pariser Vorort- und Nahverkehr wurden 80 Triebwagen bestellt, aus denen 25 Züge zu je drei Triebwagen gebildet werden, doch sind diese Züge auch unterteilbar in Teile mit einem oder zwei Triebwagen, da Vielfachschaltung vorgesehen ist. Diese Triebwagen wiegen etwa 63 t, sind vierachsig und haben auf jeder Achse einen Motor von 250 PS Stundenleistung (200 PS Dauerleistung) in Strafsenbahnaufhängung; der Triebwagen hat also 1000 bzw. 800 PS. Die Motoren sind für 750 V gewickelt und liegen zu zweien dauernd in Reihe. Eine Reihen-Parallelschaltung ist innerhalb der beiden Drehgestellgruppen möglich. Bei den Triebwagen, die in der Umgebung von Paris verkehren, wo wie schon erwähnt, die Spannung nur 600 V beträgt, sind die in einem Drehgestell untergebrachten Motoren parallel geschaltet.

Für den Güter- und Personenverkehr sind Lokomotiven der Achsanordnung A A + A A vorgesehen, die sowohl im flachen Land als auch, zu zweien gekuppelt, auf gebirgigen Strecken verwendet werden können.

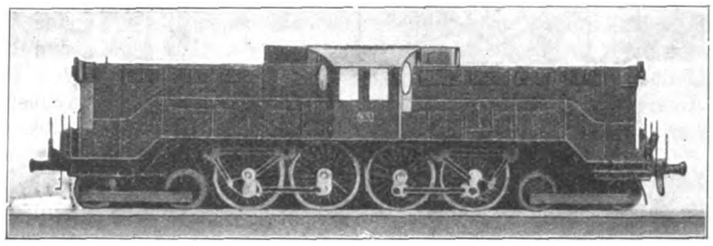


Abb. 2. 4000 PS-Lokomotive mit Kuppelstangenantrieb.

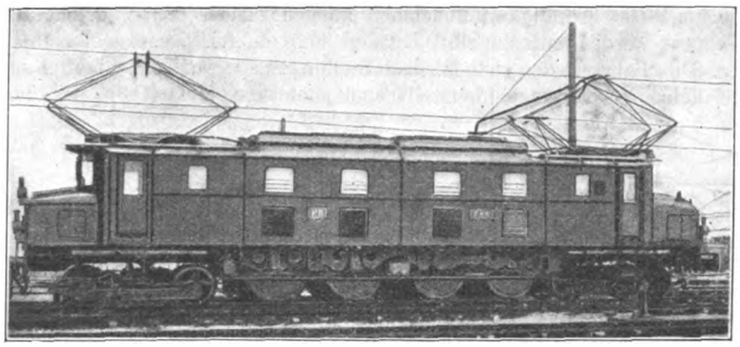


Abb. 3. 3600 PS-Lokomotive mit aufsenliegendem Antrieb.

Die Lokomotiven haben folgende Kennzeichen:

Stundenleistung am Radumfang	1730 PS
Gesamtgewicht	64 t
Höchste Zugkraft am Radumfang	21600 kg
Raddurchmesser	1350 mm
Zahnradübersetzung	1 : 3,47
Gesamtgewicht der Lokomotive mit Ausrüstung für Energierückgewinnung und Widerstandsbremsung	72 t
Höchste Geschwindigkeit	100 km/Std.
Gewicht des mechanischen Teiles	35 t
Gewicht des elektrischen Teiles	29 t.

Die Lokomotiven sind mit beiden Westinghousebremsen ausgerüstet und bremsen 85 v. H. des Lokomotivgewichtes. In einem Führerstand ist ein einfacher, im anderen ein schreibender Geschwindigkeitsmesser angebracht. Die elektrische Ausrüstung ist für eine mittlere Spannung von 1350 V vorgesehen und von 1100 bis 1800 V betriebsfähig. Einzelne Lokomotiven können zusammengekuppelt werden und in Vielfachschaltung von einem Führerstand aus gesteuert werden. Die Motoren wirken auf die Achse über beiderseitige Zahnräder mit federndem

Digitized by Google

Zwischenglied. Sie sind im Drehgestell wie bei den Strafsenbahnen aufgehängt und mit Wendepolen versehen, die 50 % Feldschwächung gestatten. Die Stundenleistung beträgt 300 PS ohne und 430 PS bei Fremdbelüftung, welche von zwei Lüftern für sämtliche Motoren einer Lokomotive besorgt wird. Kennlinien siehe Abb. 4.

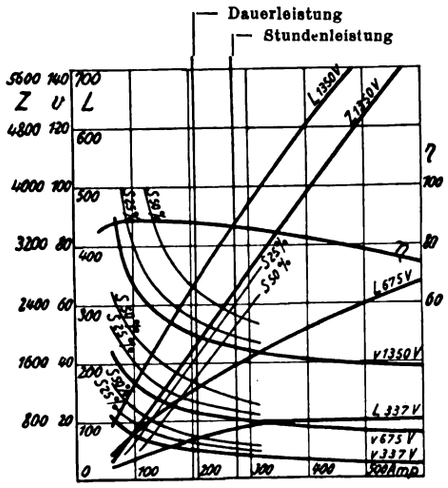


Abb. 4. Gerechnete Motorkennlinien.
Z = Zugkraft am Radumfang. L = Leistung am Radumfang.
v = Geschwindigkeit. η = Gesamtwirkungsgrad.

Jede Lokomotive hat zwei elektrisch gesteuerte durch Druckluft geschaltete Scherenstromabnehmer, die zusammen 1200 Amp. bei 100 km/h Geschwindigkeit abnehmen können. Auch sämtliche Schütze werden mit Prefsluft betätigt und elektrisch gesteuert. Die Fahrtwenden haben drei Stellungen, wovon die mittlere keine Verbindungen herstellt und sind so verriegelt, dafs noch mit drei Motoren angefahren und mit zwei weitergefahren werden kann, falls einer schadhaft sein sollte. Eine Schaltwalze mit neun Kontakten stellt die Reihen-, Reihen-Parallel- und Parallelschaltung der einzelnen Motoren her. Ein einziges Schaltgerät für alle vier Motoren dient zur Einstellung der Feldschwächung (Abschalten von Windungen) auf 25 und 50 %. Für die beiden Motorlüfter und die beiden Kompressoren ist ein und dasselbe Motormodell vorgesehen. Es ist ein 9,5 PS-Motor, der unter Last ohne Anlasser an die Fahrdrahtspannung gelegt wird. Die Lokomotiven sind aufserdem mit einer 32 V-Batterie versehen, die die Steuergeräte zu versorgen hat. Eigenartig erscheint es, dafs die Beleuchtung an die Hochspannung angeschlossen ist, ebenso wie die Heizung.

Am Führerstand befinden sich: ein Beschleunigungs- und ein Fahrtwendehebel nebst dem Fahrschalter, der 36 Stellungen aufweist, wovon neun wirtschaftliche Fahrstufen sind. In Abb. 5 ist das Schema der Motorenstromkreise nebst der Schaltfolgetabelle wiedergegeben (entnommen aus den Oerlikon-Nachrichten).

Für den Schnellzugverkehr sind fünf Versuchslokomotiven bestellt und zum Teil schon geliefert. Die erste ist eine Doppellokomotive mit Achsmotoren (ohne Zahnräder oder Treibstangen) der Anordnung 2 AAA + AAA 2 mit 2700 PS Stunden- und 2100 PS Dauerleistung. Diese von der General Electric Company in Shenectady N. Y. gebaute Maschine erreichte auf der amerikanischen Versuchsstrecke 167 km/h.

Zwei weitere Lokomotiven sind von der Achsanordnung 2 BB 2 mit 4000 PS Stunden- und 3500 PS Dauerleistung bei nur 130 t Gesamtgewicht. (Es dürfte sich hier wohl um eine ungarische Konstruktion handeln.) Je zwei Treibachsen sind durch Stangen gekuppelt und mittels eines Dreieckrahmens von zwei hochliegenden Motoren angetrieben. Der Dreieckrahmen der drei Gelenke an der Stelle wo er an die Treibachse angreift, besitzt, erinnert stark an Kándosche Bauarten. Eine dieser Lokomotiven hat Motoren mit Kompensationswicklung, was wohl eine Neuerung auf dem Gebiete der Gleichstromlokomotivmotoren ist (siehe auch Abb. 2). Die restlichen zwei Lokomotiven haben 3600 PS Stunden- und 3000 PS Dauerleistung und sind von der Bauart 2 AAAA 2 mit Einzelachsantrieb und aufsenliegenden Zahnrädern. (Offenbar eine schweizerische Konstruktion.) Siehe Abb. 3.

In Abb. 6 sind die Kennlinien einer AA + AA Lokomotive und zum Vergleich die Kennlinien der zu ersetzenden »Mikado«-Dampflokomotive wiedergegeben.

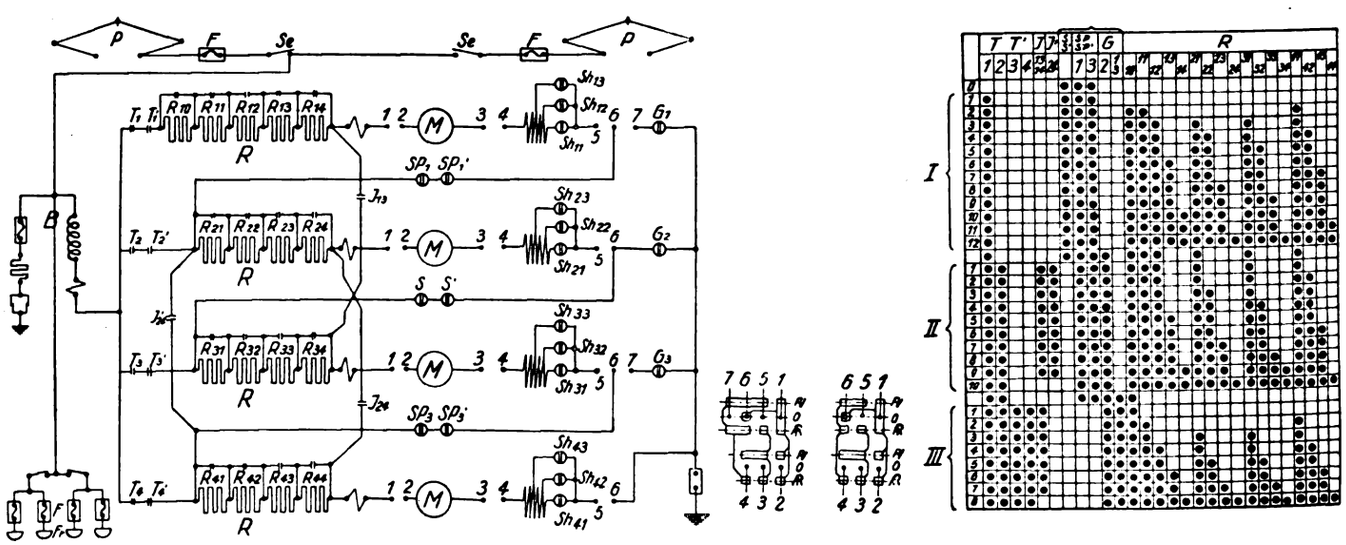


Abb. 5.
P = Stromabnehmer. Fr = Gleitschuh für dritte Schiene. F = Schmelzsicherung. Se = Trennschalter. B = Blitzableiter.
R = Anfahrwiderstände. M = Lokomotivmotoren. Sh = Erregerspulenabschalter. T, S, SP, J, G, R = Schütze. 1, 3 bzw. 2, 4 Fahrtwender.

Es ist bekannt, dafs elektrische Lokomotiven für denselben Zug und dieselbe Reisegeschwindigkeit etwas leichter ausfallen als Dampflokomotiven; die elektrische Lokomotive hat hierbei den Vorteil einer über einen gröfseren Geschwindigkeitsbereich gehenden hohen Zugkraft. Jedenfalls ist bei elektrischen Lokomotiven immer die Möglichkeit geboten, das ganze Lokomotivgewicht als Reibungsgewicht zu verwenden. Bei den folgenden Vergleichsrechnungen bedeute:

Digitized by Google

N die Zahl der Dampflokomotiven,
N' die Zahl der elektrischen Lokomotiven,
p den Einheitspreis je kg für Dampflokomotiven,
p' den Einheitspreis je kg für elektrische Lokomotiven und
G das Gewicht der Lokomotiven.

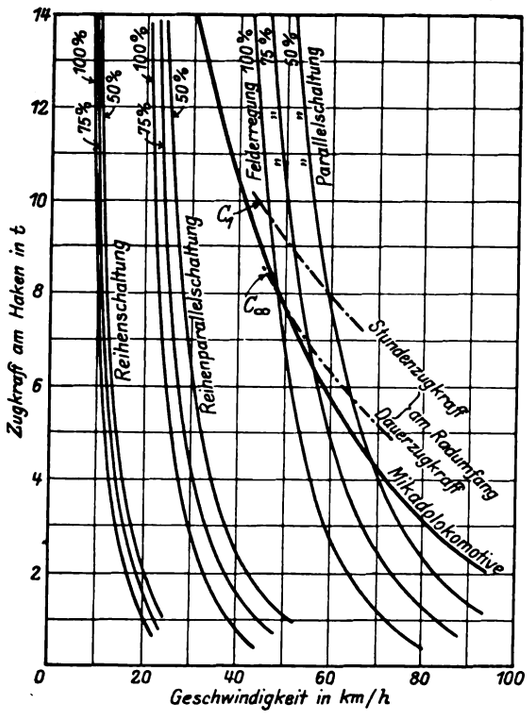


Abb. 6.

Im Durchschnitt ist das Gewicht des Tenders das halbe der Lokomotive und der Einheitspreis auch etwa die Hälfte, so dafs man den Preis der betriebsfähigen Dampflokomotive mit 1,25 Gp einsetzen kann. Der Einheitspreis p' für elektrische Lokomotiven ist etwa 70 % höher als p. Wenn nun die Anschaffungskosten für die elektrischen Lokomotiven niedriger als für Dampflokomotiven sein sollen, was für die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes aber nicht allein von ausschlaggebender Bedeutung ist, so mufs folgende Ungleichung erfüllt sein:

$$\Sigma N' \, 1{,}7 \, Gp < \Sigma N \, 1{,}25 \, Gp, \text{ oder}$$
$$\Sigma \, 1{,}36 \, N' < \Sigma N.$$

Sie wird erfüllt, wenn die Lokomotivkilometerzahl für die elektrischen Lokomotiven mindestens 36 % gröfser ist als die der Dampflokomotiven. Dadurch aber, dafs Dampflokomotiven in regelmäfsigen Zeitabständen aus dem Dienst gezogen werden müssen, während elektrische Lokomotiven monatelang ohne Unterbrechung im Betriebe bleiben können, ist schon die Grundlage für die 36 % höhere Kilometerleistung gegeben. Es sind aber noch andere, als rein wirtschaftliche Gründe, die für die elektrische Lokomotive sprechen; läfst sich doch auf einem elektrischen Fahrzeug eine grofse Leistung viel leichter unterbringen und verteilen ohne übermäfsige Fahrzeuglängen annehmen zu müssen und das Ganze kann dann immer noch von einem einzigen Manne bedient werden, während bei den bisherigen Grofsdampflokomotiven mindestens drei Mann notwendig sind. Ja durch die Vielfachschaltung ist es ermöglicht, von einer Stelle und von einem Manne fast unbegrenzt hohe Lokomotivleistungen zu steuern. Die P. O. hat bereits erfolgreiche Versuche gemacht die Schiebelokomotive ihrer elektrischen Züge durch drahtlose Einrichtungen vom Führer der ersten Lokomotive aus zu steuern. Im heutigen Berichte sind Lokomotiven mit 4000 PS angeführt worden; das sind aber schon Leistungen die wir von Dampflokomotiven nicht gewohnt sind. Wenn erst einmal auf unserem Erdteil die Zug- und Stofsverbindungen einheitlich so verstärkt sein werden, dafs man beispielsweise Züge mit Dauerzugkräften von 20 t am Haken führen kann, dann wird der Leistungsbedarf so steigen, dafs die Dampflokomotive wohl von vornherein aus dem Wettkampf ausscheidet, denn bei 20 t am Haken und 80 km/h werden für den Zug allein schon rund 6000 PS benötigt.

Die Einführung des elektrischen Zugbetriebs auf den Berliner Stadtbahnen.

Das zu 84 % mittels Dampfkraft betriebene Netz der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen der Deutschen Reichsbahn ist nur mit 30 % an dem gesamten Berliner Nahpersonenverkehr beteiligt. Die Schuld an dieser geringen Leistung trägt die Dampfbetriebsform, die den auftretenden Verkehrsbedürfnissen nicht mehr gewachsen ist, ferner der ungenügende Wagenpark und die sonstigen veralteten Betriebsanlagen. Seit mehr als zwei Jahrzehnten waren die notwendigen Neu- und Ersatzbeschaffungen mit Rücksicht auf die zu erwartende Einführung des elektrischen Betriebes zurückgestellt worden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und des Wettbewerbs kann die Elektrisierung der Berliner Nahbahnen der Deutschen Reichsbahn nun nicht mehr länger hinausgeschoben werden.

Mit der Einführung des elektrischen Betriebes werden folgende Verbesserungen erzielt:

a) Die Personenzugbeförderung wird durch Verkürzung der Fahrzeiten eine erhebliche Beschleunigung erfahren. Diese beträgt z. B. auf der Stadtbahn zwischen Charlottenburg und Strelau-Rummelsburg etwa 25 %.

b) Die Zugfolge wird erheblich verdichtet werden können und zwar auf der Stadtbahn von 24 auf 40 Züge je Stunde = 66⅔ %, wobei die bisherige Zahl der Plätze (27 000 je Stunde) auf das 2,4fache gesteigert werden kann, und auf der Ringbahn von 12 auf 24 Züge je Stunde = 100 % bei einer Steigerung der bisherigen Zahl der Plätze (12 400 je Stunde) auf das dreifache.

c) Die Zuglänge kann der wechselnden Verkehrsstärke angepafst werden durch entsprechende Ausgestaltung des Wagenparkes. Jeder Zug besteht aus 8 Wagen von gleicher Länge (17,5 m) und kann in 4 Teile von je einem Trieb- und einem Beiwagen als selbständige Einheiten zerlegt werden.

Die für den elektrischen Zugbetrieb benötigte elektr. Arbeit soll in einem bahneigenen Kraftwerk mit einer Spannung von 30 kV erzeugt und auf Gleichstrom von 800 V Fahrschienenspannung umgeformt werden. Der dem gegenwärtigen Verkehr entsprechende Jahresstrombedarf wird zu 130 Millionen kW/h angenommen. Bei einer Verkehrssteigerung von 75 % wird das Kraftwerk für eine jährliche Stromerzeugung von 237 Millionen kW/h ausgebaut werden. Da das Kraftwerk als ein Bestandteil der gesamten elektrischen Zugförderung angesehen werden mufs, das von den Vorgängen des elektrischen Zugbetriebes unmittelbar beeinflufst wird, wird der Bau eines bahneigenen, von fremden Einflüssen unabhängigen, Kraftwerkes für zweckmäfsig erachtet.

Mit der Einführung des elektrischen Betriebs wird eine Reihe von sonstigen baulichen Mafsnahmen notwendig, u. a. der Bau eines Wagenschuppens für einen Teil der Triebwagenzüge, ein Abstellbahnhof in Tempelhof, ein Ausbesserungswerk für die Unterhaltung des Wagenparkes, selbständige Streckenblockung.

Mit Rücksicht auf die Finanzlage der Reichsbahn ist die Elektrisierung der Wannseebahn für später in Aussicht genommen. — Die Ausbaukosten betragen unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Verkehrsbedürfnisses (1. Bauabschnitt) 150 Millionen Mark und erfordern eine Bauzeit von 2½ Jahren. Bei einer 75 %igen Steigerung des Verkehrsbedürfnisses sind weitere 55 Millionen (2. Bauabschnitt) notwendig. Die vorsichtig angestellte Wirtschaftlichkeitsberechnung ergibt für den 1. Bauabschnitt einen jährlichen Reinüberschufs von 7,3 Millionen Mark oder eine Überverzinsung von 5,1 % des Bauaufwandes; während im 2. Bauabschnitt der jährliche Reinüberschufs von 32,4 Millionen Mark eine Überverzinzung von 16,4 % ergeben wird.

„Die Reichsbahn." Ta.

Digitized by Google

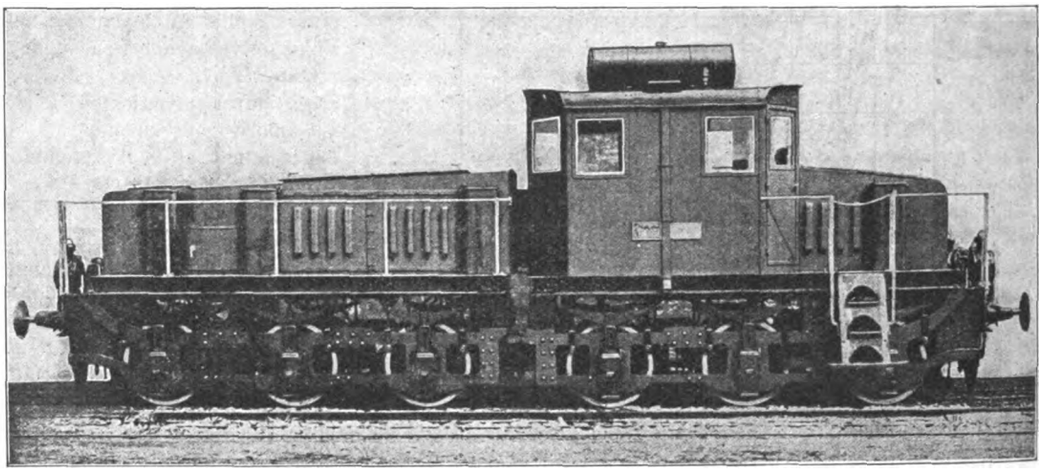
Die elektrische C_0+C_0-Personen- und Güterzug-Lokomotive der italienischen Staatsbahn. Gruppe E 620*).

Von Georg Lotter, München.

Hierzu Tafel 29.

Die mit Gleichstrom von 650 Volt und Stromzuführung durch dritte Schiene seit 1901 elektrisierte, 75 km lange, zweigleisige, regelspurige Strecke Mailand—Gallarate—Varese—Porto Ceresio**) wickelt ihren Personenverkehr vorwiegend durch vierachsige Triebwagen bekannter Bauart***), den sonstigen Verkehr mit Dampflokomotiven ab. Für den Güterzugdienst dieser Strecke und den Personenzugdienst der benachbarten Linien von Gallarate nach Laveno und Arona wurde im Laufe des Jahres 1925 eine sechsachsige $C_0 + C_0$-Lokomotive mit geringem Achsdruck und sechs Vorgelegemotoren von $6 \times 225 = 1350$ PS. Stundenleistung beschafft, die nachstehend kurz besprochen sei, da ihr Antrieb und die Durchbildung ihres Fahrzeuges nach Richtlinien erfolgte, welche auch bei uns zur Zeit vielfach als wirtschaftlich und deshalb richtig angesehen werden.

Beim Entwurf der Lokomotive waren nachstehende zwei Gesichtspunkte ausschlaggebend: 1. Die Verwendung von nur erprobten Teilen für die elektrische Ausrüstung, welche möglichst aus Teilen der Triebwagenausrüstung zusammengesetzt sein sollte; 2. die Schaffung einer nicht nur im Betrieb, sondern auch in der Beschaffung möglichst billigen, dabei möglichst einfachen Lokomotive. Die regelmäfsige Geschwindigkeit wurde mit 65 km/Std., die Höchstgeschwindigkeit mit 85 km/Std. festgesetzt. Die Zugkraft sollte 5000 kg bei 65 km/Std., die Leistung somit 1200 PS am Treibradumfang betragen. Der höchstzulässige Achsdruck war bis zu 15 t zugelassen.



Elektrische Lokomotive für die Bahn Mailand—Porto Ceresio.

Die dieses Programm erfüllende Lokomotive ist aus der Textabb. sowie aus Taf. 29 ersichtlich. Die gewählte Bauart stellt fahrzeugtechnisch einen Versuch dar. Den bekannten Nachteilen des Achsvorgelegemotors mit Strafsenbahnaufhängung (tiefe Schwerpunktslage, Notwendigkeit beträchtlicher ungefederter Massen, welche im vorliegenden Fall etwa 3 t je Radsatz betragen) suchte man dadurch zu begegnen, dafs man den gröfsten Achsdruck der Lokomotive mit nur 9 t bemafs, um die Inanspruchnahmen des Oberbaues in senkrechtem und wagrechtem Sinn möglichst zu vermindern. Der zulässige Achsdruck wird also nur zu 60 v. H. ausgenützt, ein ganz aufsergewöhnliches Vorgehen. Weiter wurde die Lokomotive trotz der verlangten Höchstgeschwindigkeit von 85 km/Std. ohne Drehgestelle und ohne Endlaufachsen gebaut, um jeden unnützen Gewichtsaufwand zu vermeiden. Zur Erreichung der geforderten Leistung wurde der bewährte Motor des Triebwagens GE 55 (130 PS, geschlossene Bauart) für künstliche Kühlung umgebaut, wodurch die Dauerleistung auf 200 PS, die Stundenleistung auf 225 PS gesteigert werden konnte. Da die genannte Gesamtleistung sechs Motoren erforderte, entstand nach den obigen Richtlinien ein sechsachsiges Fahrzeug. Die Unterbringung der sechs Motoren in einem Rahmen hätte etwa 7,75 m Gesamtradstand erfordert, der sich mit Lenkachsen an beiden Enden und verschiebbaren Mittelachsen hätte verwirklichen lassen. Die Verwaltung zog jedoch einen anderen Weg vor; sie bildete in Anlehnung an amerikanische Vorbilder eine aus zwei dreiachsigen Hälften bestehende Doppellokomotive mit Mittelgelenk nach Engerth aus und schuf hiermit eine aus zwei fahrzeugtechnisch gleichwertigen, baulich jedoch verschiedenen Hälften bestehende Gliederlokomotive. Die gewählte Achsmotorenbauart verlangte Aufsenrahmen, wodurch für Radsätze, Federung, Rahmenausbildung die unmittelbare Anlehnung an einen dreiachsigen Tender gegeben war. Auf Grund der Betriebserfahrung mit den Triebwagen fand jedoch ein Aufsenbarrenrahmen mit Stahlgufswangen, Stahlgufsträgern zur Auflagerung der Motoren und Stahlgufspufferbohlen Anwendung, womit eine für Italien grundsätzlich neue Anordnung erstmalig ausgeführt wurde. Die Zahl der Schrauben und Nieten zur Verbindung der einzelnen Rahmenteile wurde hiermit wesentlich vermindert, aufserdem wurden durchwegs grofse Haftflächen der Rahmenteile geschaffen und gleichzeitig gute Zugänglichkeit der Motoren und ihrer Lager erreicht. Die beiden C_0-Hälften sind durch einen senkrechten zylindrischen Bolzen derart gekuppelt, dafs irgendwelche störende Bewegungen von der einen Hälfte auf die andere nicht übertragen werden können. Infolge kugeliger Lagerung nur der vorderen Hälfte auf genanntem Bolzen können die beiden Lokomotivteile gegeneinander wanken; senkrechte Spielräume gestatten auch freie Nickbewegungen beider Teile in beschränktem Grade; dem Schlingern beider Hälften sucht die Mittelkupplung vorzubeugen.

Die eine Hälfte enthält einen geräumigen Führerstand, die andere in einem niedrigen, gute Übersicht gewährenden Aufbau die Anfahrwiderstände. An beiden Enden sind Motorgebläse zur Kühlung von je drei Triebmotoren vorgesehen. Die Zahnradübersetzung der letzteren ist 19 : 58, also 1 : 3,05, die Teilkreisdurchmesser sind, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, auffallend klein ausgeführt. Die sechs Motoren ermöglichen drei Geschwindigkeitsstufen (je drei Motoren hintereinander, je zwei Motoren hintereinander, sämtliche Motoren parallel).

Die Hauptabmessungen und Gewichte der Lokomotive sind nachstehend zusammengestellt:

*) Nach Rivista Tecnica 1926, S. 1 bearbeitet.
**) Organ 1902, S. 124; 1910, S. 16.
***) Glasers Annalen 1902/I, S. 119 und Z. d. V. deutscher Ingenieure 1907, S. 161.

Digitized by Google

Treibraddurchmesser	1060 mm
Fester Radstand der beiden Lokomotiv-Hälften	3100 »
Gesamtradstand	8300 »
Fahrzeuglänge der Puffer	11 700 »
Gewichte:	
Fahrzeug	32,42 t
elektrische Ausrüstung	17,90 t
Ausrüstung mit Geräten, Sand und Mannschaft	1,35 t
	51,67 t
Dienstgewicht = Reibungsgewicht	51,67 t
Gröfster Achsdruck	9 t

Den Betriebsergebnissen dieser ganz augenscheinlich leichten und billigen Lokomotivbauart darf man mit Spannung entgegensehen, insbesondere hinsichtlich der Ruhe des Ganges bei höheren Geschwindigkeiten, welcher bisher befriedigt hat, und hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Rahmenkonstruktion gegen die Stofswirkungen, über die sich erst nach Jahren ein Urteil wird fällen lassen. Hat sich doch bei den vor mehr als 20 Jahren beschafften Triebwagen dieser Bahn gezeigt, dafs die elektrische Ausrüstung sehr gut standhielt, während die aus Blech und Winkel gebildeten Drehgestelle und Wagenrahmen ersetzt oder ausgebessert werden mufsten. Die Barrenrahmenkonstruktion der neuen Lokomotiven beschreitet auf Grund dieser Erfahrungen einen grundsätzlich richtigen Weg. Endlich sei die Absicht der Verwaltung erwähnt, den Fahrzeugteil bei Übergang zum Betrieb mit Gleichstrom von 3000 Volt für eine 2000 PS-Lokomotive zu benützen, wobei alsdann der höchste Achsdruck von 15 t voll ausgenutzt werden soll.

Die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über die Ausführung und die Festigkeitsberechnung der Fahrleitungen für Wechselstrom-Fernbahnen.

Mit Verfügung der Hauptverwaltung der D. R. G. vom 9. Februar 1926 wurden die ab 1924 vorläufig in Geltung gewesenen Vorschriften nach neuerlicher Überarbeitung auf Grund der jüngsten Erfahrungen im elektrischen Zugbetriebe ab 1. März d. Js. endgültig genehmigt. Diese Vorschriften über die sogenannte „Einheitsfahrleitung“ *) sind einschliefslich der von Reichsbahnrat Schieb (Halle a. S.) verfafsten Erläuterungen hierzu in Heft 2 der Zeitschriften „Elektrische Bahnen“, Seite 50 bis 62 veröffentlicht.

Sie sind in drei Abschnitte unterteilt, nämlich solche über Ausführung Baustoffe und Berechnung.

In den Ausführungsvorschriften sind neben grundlegenden Anordnungen in mechanischer und elektrischer Hinsicht auch hierfür in Betracht kommende Grenzwerte festgelegt. Zu den ersteren gehören die Bestimmungen über die Unterteilung der Fahrleitungen, die Zickzackführung, Aufhängung und Verankerung der Fahrdrähte, ferner über den Einbau von Nachspannern, Streckentrennern und Seitenhaltern, sowie über die Strom-Rückleitung und die auszuführenden Schutzerdungen. Bei der Unterteilung der Fahrleitung die von grundlegendem Einflufs auf die Schaltanordnung ist, wird im Gegensatze zur Gepflogenheit aufserdeutscher elektrischer Bahnen daran festgehalten, dafs bei mehrspurigen Bahnen die Fahrleitungen der Gleise in beiden Fahrrichtungen elektrisch voneinander getrennt sein müssen.

Von den vorgeschriebenen Grenzmafsen ist zu erwähnen der Mindestabstand von 300 mm unter Spannung stehender Teile von geerdeten Teilen, ein Wert, der bei Führung der Fahrleitungen unter Überbauten und in Tunneln besondere Bedeutung erhält, welche Fälle in dem Erlafs*) des Herrn Reichsverkehrsministers vom 6. Februar 1923, der den Vorschriften als Anlage beigegeben ist eigens behandelt sind. Der gegenseitige Abstand der Stützpunkte ist durch die Bedingung festgelegt, dafs der gröfste seitliche Abtrieb des Fahrdrahtes nicht mehr als 750 mm sein darf bei einem gröfsten Zickzack von — 600 mm und einer Zugspannung im Fahrdraht von nicht weniger als 8 kg/mm² und nicht mehr als 10 kg/mm² Querschnitt. Der Abstand der Nachspannfelder soll etwa 1500 m betragen.

Die Vorschriften über Baustoffe — Prüfbestimmungen — gliedern sich in solche über das Kettenwerk und die Isolatoren. Querschnitt, Form, Eigenschaften und Festigkeitsziffern für Fahrdraht, Tragseil, Hängeseile, Klemmen und sonstige Verbindungsteile sind festgelegt. Besonders eingehend sind die Prüfbedingungen für die Isolatoren behandelt hinsichtlich ihrer Durchschlagfestigkeit und Überschlagspannung, ihres Verhaltens gegenüber Wärmeschwankungen, sowie in bezug auf ihre mechanische Festigkeit und Porosität.

Der dritte Abschnitt enthält in seinem ersten Teile eine Übersicht über die Ursachen der Beanspruchung, von denen die festgelegte höchste Windgeschwindigkeit von 31 m/sek. besonders hervorzuheben ist, in seinem zweiten Teile die darauf sich gründenden Vorschriften für die Berechnung der Hoch- und Querlage des Fahrdrahtes, des Längs- und Quertragwerkes, der Maste und ihrer Gründungen, ferner die zulässigen Grenzwerte für die Beanspruchung der Baustoffe, die zum Teil gegenüber den älteren Vorschriften erhöht wurden. Nad.

*) Organ 1924 Heft 9/10, Seite 197 bis 205.

*) Organ 1923 Heft 5, Seite 95.

Die Elektrisierung der Spanischen Nordbahnen.

Die Vorteile, welche der elektrische Bahnbetrieb besonders für Gebirgsstrecken bietet, veranlafste die Spanische Nordbahngesellschaft auf einer Anzahl wichtiger Bahnlinien diese Betriebsweise einzuführen. Wie in Nr. 12 des 1. Jahrgangs der Zeitschrift des internationalen Eisenbahnverbandes aufgeführt ist, hat die Gesellschaft vor einiger Zeit die Elektrisierung der Gebirgsrampe von Pajares in den Asturischen Pyrenäen auf einer Länge von 62 km eingleisiger Strecke vorgenommen. Diese Strecke, die durchweg eine Neigung von 2 % besitzt, stellt eine der schwierigsten Linienführungen der Bahnen Europas dar. Sie besitzt 70 Tunnel mit einer Einzellänge bis zu 3 km und einer Gesamtlänge von 25,5 km.

Als Stromart wurde Gleichstrom mit 3000 Volt Spannung gewählt. Die Speisung der Fahrleitung erfolgt durch zwei Unterwerke, die den von einem Privatwerke gelieferten Drehstrom von 30 000 Volt in den benötigten Gleichstrom umformen. Die gesamte Maschinenleistung eines jeden Unterwerkes beträgt gleichstromseitig 6000 kW. Die 12 im Betriebe befindlichen elektrischen Lokomotiven sind von gleicher Bauart und werden sowohl für Personenzüge als auch für Güterzüge verwendet. Das Gewicht jeder Lokomotive beträgt 78 t und ist auf 6 Achsen und zwar zu je 3 auf 2 Drehgestellen verteilt. Jede Achse wird durch einfachen Zahnradantrieb von einem Motor mit Nasenaufhängung angetrieben. Die Lokomotiven besitzen eine Leistung von 1600 PS und befördern auf einer Neigung von 2 % Züge von 230 t mit einer Geschwindigkeit von 36 km/h. Besonders bemerkenswert ist die Verwendung von Bremsvorrichtungen, die durch Ausnützung der Bremskraft auf Gefällstrecken eine Rückgewinnung von 10—14 % des Gesamtstromverbrauches der Lokomotive ermöglichen.

Die Fahrleitung ist ein einfaches Kettenwerk mit doppelten Fahrdrähten aus geschlitztem Hartkupfer von 107 mm² Querschnitt, die an einem Stahltragseil mittels hängender Pendel in Abständen von 4,60 m befestigt sind. In den Bahnhöfen ist die Kettenlinie mittels einer Drahtseilquerverbindung der eisernen Leitungsstangen aufgehängt.

Die Elektrisierungsarbeiten gestalteten sich durch den Einflufs des rauhen Klimas dieser Gegend sehr schwierig und erforderten einschliefslich der Vorarbeiten eine Zeit von über zwei Jahren. Durch die Einführung des elektrischen Betriebes konnte die tägliche Förderung bis auf das dreifache gegenüber dem bisherigen Dampfbetrieb gesteigert werden. Schn.

Einführung des elektrischen Betriebs auf dem chilenischen Teile der Transandenbahn.

Die Strecke. Die Transandenbahn führt von Los Andes (in Chile) auf 834 m Meereshöhe über die Anden (Cordillieren) auf einer Höhe von 3207 m und endet auf argentinischem Gebiete in Mendoza auf 768 m Meereshöhe. Die ganze Strecke ist 249 km lang. Der chilenische Teil umfafst davon nur 70 km mit 5 Zahnradstrecken, deren steilste 1750 m lang ist und 80 ‰ Neigung hat.

Digitized by Google

Die Betriebsführung der hochliegenden Streckenteile ist durch starken Schneefall und Lawinen aufserordentlich erschwert, so dafs bisher im Winter während einiger Monate überhaupt nicht gefahren wurde. Um diesem Übelstand abzuhelfen, wurden ausgedehnte Schutzeinrichtungen in Form von Schneewänden und Galerien gebaut, deren längste $1^1/_2$ km lang ist. Durch den Umstand, dafs grofse Teile der Strecke ganz eingeschlossen wurden ohne genügend entlüftet zu werden, erhöhte sich natürlich die Rauchplage für Personal und Reisende. Zur Vermeidung dieser Mifsstände wie auch zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ging man zum elektrischen Betrieb über. Die beigefügte Aufstellung gibt einen Überblick über die Streckenverhältnisse.

Die Lokomotiven. Der Bau von leistungsfähigen Dampflokomotiven für die meterspurige Bahn war durch den Umstand erschwert, dafs sie ja sowohl für Reibung- wie für Zahnstangenbetrieb eingerichtet werden mufsten. Die schwersten und letzten Ausführungen hatten 88 t Gewicht und konnten nur Züge von 110 bis 120 t schleppen. Die neuen elektrischen Lokomotiven werden 84 t wiegen und 150 t-Züge

Übersicht 1.

	Streckenlänge km	Gröfste Steigung ‰	Mittlere Steigung ‰	Bogenhalbmesser m
Los Andes—Rio Blanco (Chile)	34,000	25	17,2	100
Rio Blanco (Chile)—Zanjon Amarillo (Argentinien)				
a) Chilenischer Teil				
1. Fünf Zahnradstrecken	21,456	80	69,5	200
2. Adhäsionsstrecke . .	15,100	25	20	150
b) Argentinischer Teil				
1. Sechs Zahnradstrecken	13,401	61	48,6	180
2. Adhäsionsstrecken .	32,549	25	10,6	100
Zanjon Amarillo—Mendoza (Argentinien)	133,000	27,3	10,9	100
Zusammen . .	249,506			

über die schwierigsten Streckenteile fördern. Insbesondere wird das Nachlassen der Leistung in starken und langen Steigungen wie bei Dampflokomotiven, nicht mehr auftreten. Auch sind die elektrischen Lokomotiven gegen die vorkommenden sehr niedrigen Aufsentemperaturen unempfindlich. Die Dampflokomotiven haben einen Achsdruck von 13,1 t und ein Gewicht bis zu 15 t auf den laufenden m, was für Schienen von 25 bis 27 kg/m recht reichlich erscheinen mag. Die elektrischen Lokomotiven haben 12 t Achsdruck und höchstens 12 t auf den laufenden m Gewicht, woraus eine Ersparnis an Unterhaltskosten erhofft wird. Da das Reibungsgewicht der Dampflokomotiven nur 50 t beträgt, gegen 72 t bei den elektrischen, werden die Zahnstangen beim elektrischen Betrieb weniger beansprucht, obwohl das angehängte Zugsgewicht um 30 bis 40 t gröfser ist. Vier Motoren, je zwei in Reihe an 3000 Volt geben der Lokomotive eine Geschwindigkeit von 30 bis 35 km/h. Bei der Fahrt auf Zahnstangenstrecken werden alle vier Motoren in Reihe gelegt, die Geschwindigkeit also auf die Hälfte herabgesetzt, während zwei besondere Motoren (ebenfalls in Reihe geschaltet) die Zahnräder antreiben. Mit der Schaltwalze (Kontroller) läfst sich die — gewöhnlich gleiche — Arbeitsverteilung auf Zahn- und Reibungsräder um + 10 % verändern. In starken Gefällen werden die Motoren auf Nutzbremsung (Energierückgewinnung) umgeschaltet.

Stromversorgung. Die Cia-Chilena de Electricidad, Limitada liefert der chilenischen Staatsbahn bis Los Andes elektrische Energie in Form von 50periodigem Drehstrom von 42000 Volt. Die weitere Energieverteilung und die Umformung in Gleichstrom von 3000 Volt geschieht durch die Bahn selbst. 3000 Volt Gleichstrom wurde mit Rücksicht auf den schwachen Verkehr mit viel Energie verbrauchenden Einheiten auf gröfseren Entfernungen, wegen der Möglichkeit der Nutzbremsung, endlich auch wegen des geringeren Gewichtes der Lokomotiven gewählt. Jede Unterstation hat zwei 1500 kW-Motorgeneratoren, wovon einer als Reserve dient. Der Fahrdraht hat 107 qmm Querschnitt und ist vielfach an einem als Speiseleitung dienenden Kabel auf 5,5 m über S. O. aufgehängt.

Bremseinrichtungen. Die Fahrzeuge sind mit Westinghouse-Zweileitungsbremse versehen. Jeder Wagen hat zwei Bremszylinder (153 und 203 mm Durchmesser), wobei der kleine für den leeren Wagen (10 t), der grofse für den halbbeladenen (20 t) und beide für den vollbeladenen Wagen (30 t) je 75 % des Gesamtgewichtes abbremsen. Sowohl die selbsttätige als auch die unmittelbare (nicht selbsttätige) Bremseinrichtung kann auf die Triebräder der Lokomotive allein oder auf den ganzen Zug wirken. Auf die Bremsscheiben, die auf die Achsen der Treibzahnräder aufgekeilt sind, wirkt nur die unmittelbare Luftdruckbremse. Die elektrische Bremsung, durch Energierückgewinnung aus den Motoren, ist bei allen sechs Motoren wirksam, also auch bei den Zahnradmotoren. Aufserdem ist eine kräftige Handbremse vorgesehen, die auf die Treibräder und die Bremsscheiben der Zahnräder wirkt. Der Bremsklotzdruck auf die Treibräder der Lokomotive beträgt 90 v. H. des Gewichtes. Für die Talfahrt auf Zahnradstrecken ist eine Sicherheitseinrichtung in der Weise vorgesehen, dafs beim Überschreiten einer zwischen 18 und 25 km/h einstellbaren Geschwindigkeit die selbstätige Vollbremsung auf Lokomotive und Zug eintritt.

Bull. Chem d. fer. Hh.

Über einen eigenartigen Unfall im elektrischen Zugbetrieb

berichtet R. Heinemann, Leipzig, im Märzheft der „Elektrischen Bahnen". Eine Arbeitsgruppe der Fahrleitungsmeisterei war beauftragt im Bahnhof Roslau bei Dessau einen leichten Kurvenauszugsmast um 20 cm zu verschieben. Mit Rücksicht auf die Erfordernisse des Betriebes wurde nach Entfernung des Seitenhalters des Mastes die Fahrleitung wieder unter Spannung gesetzt, da der Mast nunmehr keine Verbindung mit der Fahrleitung mehr hatte. Um die Verschiebung des Mastes zu erleichtern, wurde die Erdverbindung zwischen Mast und dem auf Eisenschwellen liegenden Gleis vorübergehend entfernt. Zwischen Mast und Schienen bestand somit keine elektrische Verbindung mehr. Nachdem das Fundament bis auf 1,5 m freigelegt war, neigte sich, bevor eine Verankerung durch Flaschenzüge möglich war, plötzlich der Mast und kam in Berührung mit dem Fahrdraht.

Ein in der Grube befindlicher Arbeiter drückte sich auf den Warnungsruf seiner Arbeitsgenossen in eine Grubenecke. Der durch die Berührung des Mastes mit der Fahrleitung entstandene Kurzschlufsstrom bahnte sich seinen Weg von der Fundamentsohle durch die infolge des regnerischen Wetters im oberen Teile durchnässte Sandschicht nach den Schienen und von hier zu einer etwa 200 m von der Unfallstelle entfernten, im Grundwasser befindlichen Erdplatte, die allerdings durch Lockerung der Erdungsdrahtöse mit der nächst gelegenen Schiene nur in loser Verbindung stand. Ein Teil des Kurzschlufsstromes nahm von der Fundamentsohle aus seinen Weg durch den einen geringen Widerstand darstellenden Körper des Arbeiters, der zwar nicht mit dem Fundament, jedoch mit der durchnäfsten Sandschicht in Berührung stand, und führte, wahrscheinlich infolge wiederholten Einschaltens der Fahrleitung durch das Unterwerk, seinen Tod herbei. Im Unterwerk löste der Ölschalter nicht sofort aus wegen des erst allmählich ansteigenden Kurzschlufsstromes.

Wie sich bei der Untersuchung später herausstellte, wurde die Neigung des Mastes hervorgerufen durch die nach unten konische Form des Betonklotzes. Solche unregelmäfsige Fundamentformen können bei Mastgruben in Schwemm- oder Rieselsand entstehen.

Ein Verschulden des Umbauleiters kam nicht in Frage, da dieser die Form des Betonklotzes nicht vorhersehen konnte.

Aus dem Unfall ergibt sich die Folgerung, dafs bei allen Umbau- und Instandsetzungsarbeiten in der Nähe von spannungsführenden Anlagen mit den ungünstigsten Verhältnissen gerechnet werden mufs und dafs alle Teile, die aus nicht vorherzusehenden Gründen mit der Fahrleitung in Berührung kommen können, unter allen Umständen geerdet werden müssen. Ta.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

f dem bayrischen Netze der D. R. G.

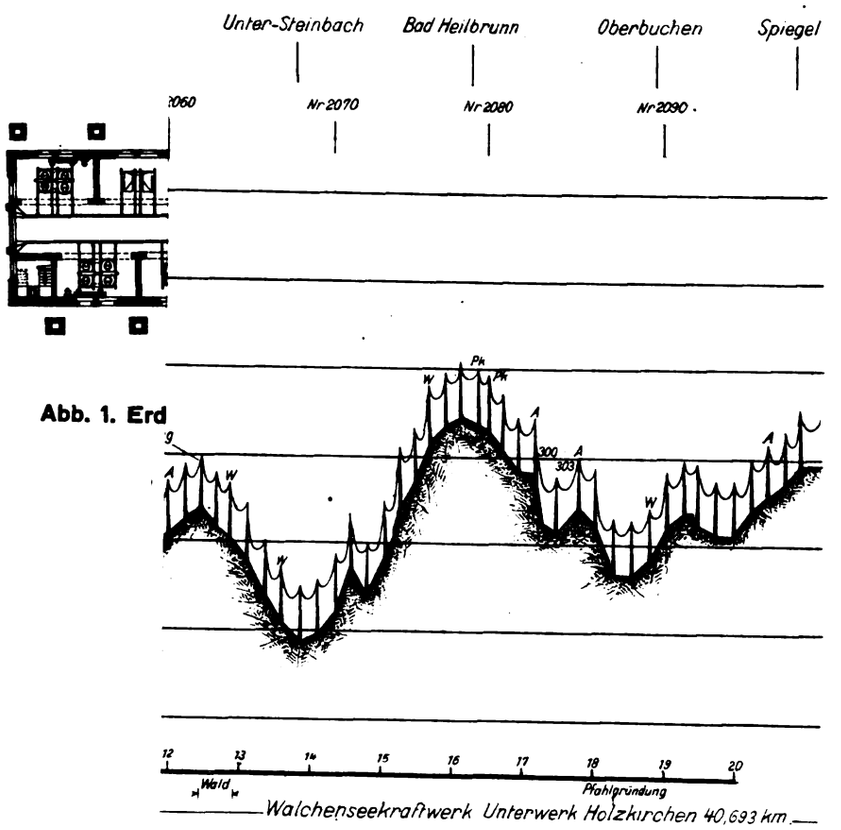


Abb. 1. Erd

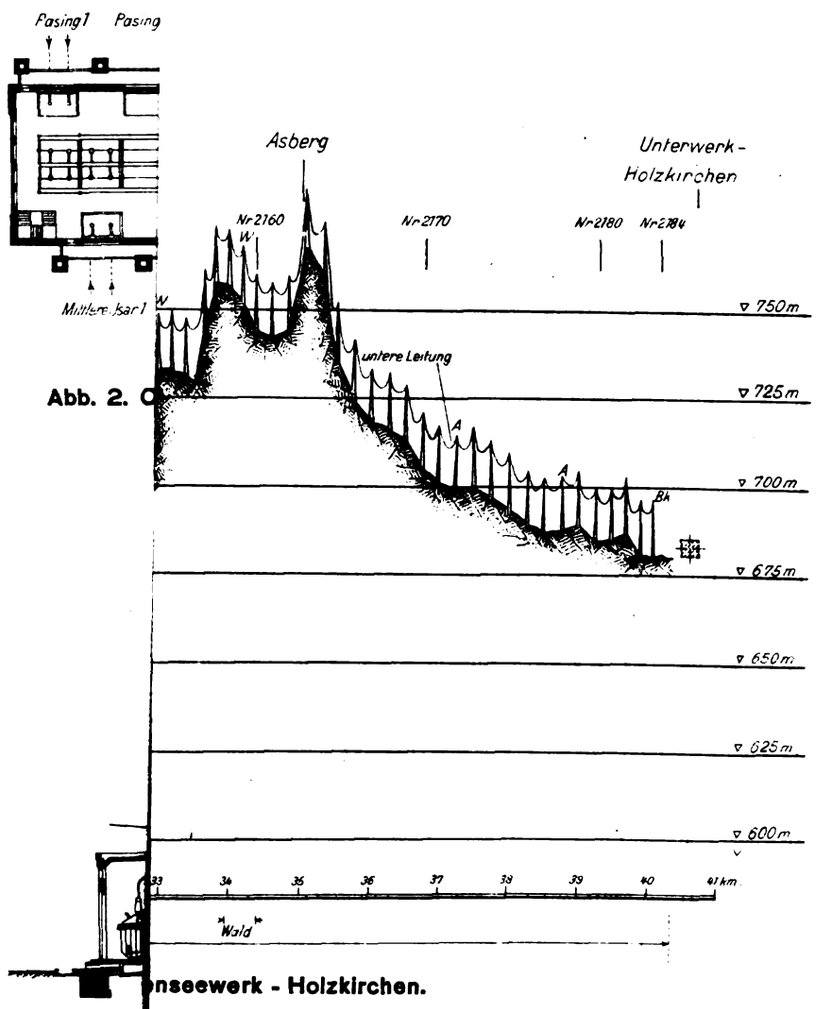


Abb. 2. O

nseewerk - Holzkirchen.

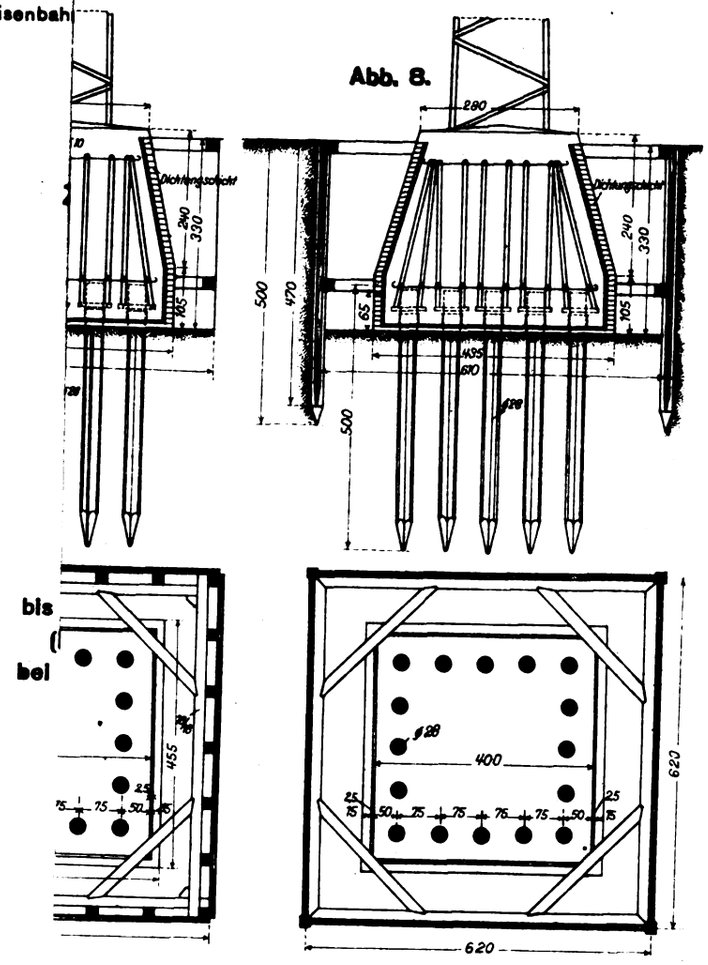
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Abb. 8.

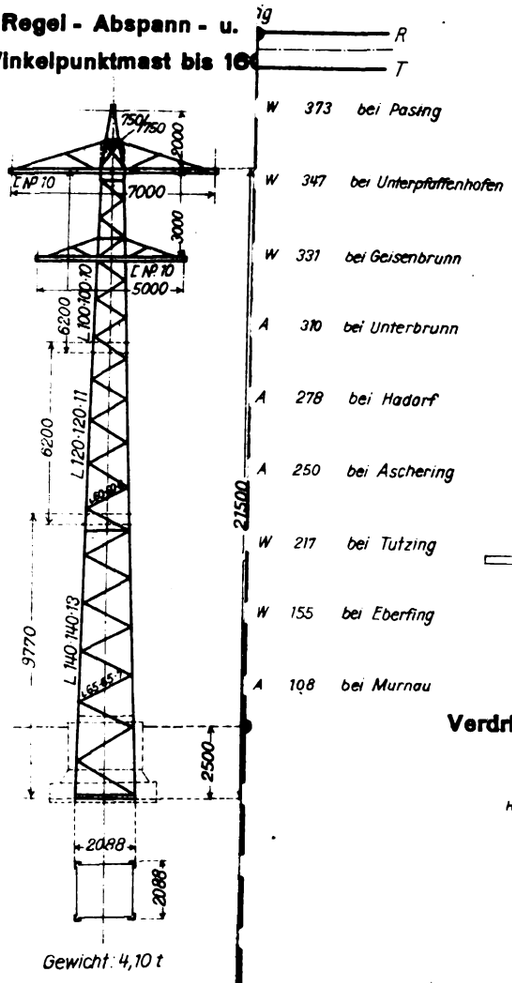


bis

bei

Gründung für Abspannmaste im Moorgebiet.

Regel - Abspann - u. Winkelpunktmast bis 16



Gewicht: 4,10 t

Abb. 1.

Zeichen-Erklärung:

278 - Nummer des Mastes

A - Abspannmast

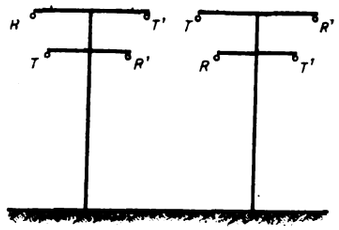
W - Winkelmast

O - Verdrillungsmast

- Ungefähre Lage und Länge der Strecke, längs welcher eine Parallelführung der Drehstromleitung mit der Einphasenleitung erfolgt.

Abb. 9.

Verdrillungsbild der 110 K V Bahnstromfernleitung Walchenseewerk - B U W Pasing.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zug

Abb. 3. Einteilung einer Strecke in elektrische Abschnitte.

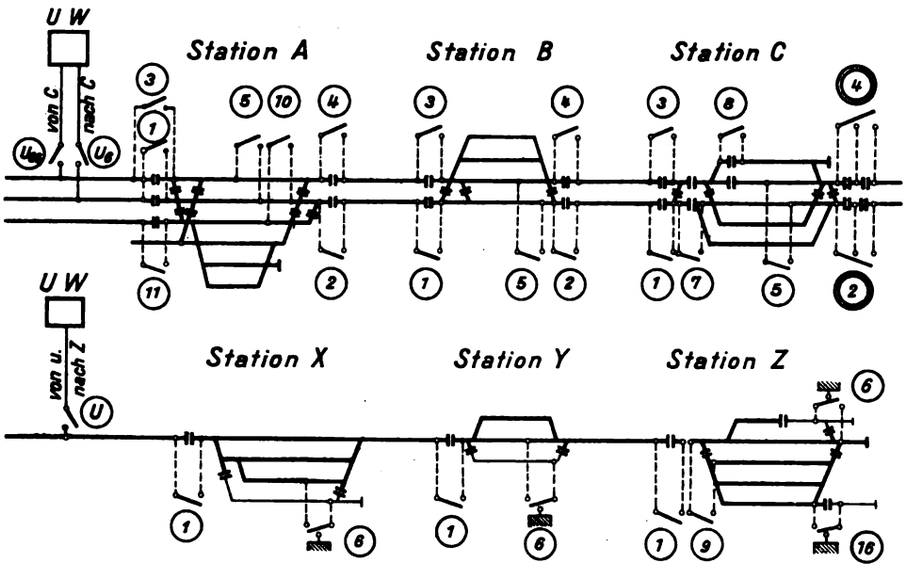


Abb. 1. A

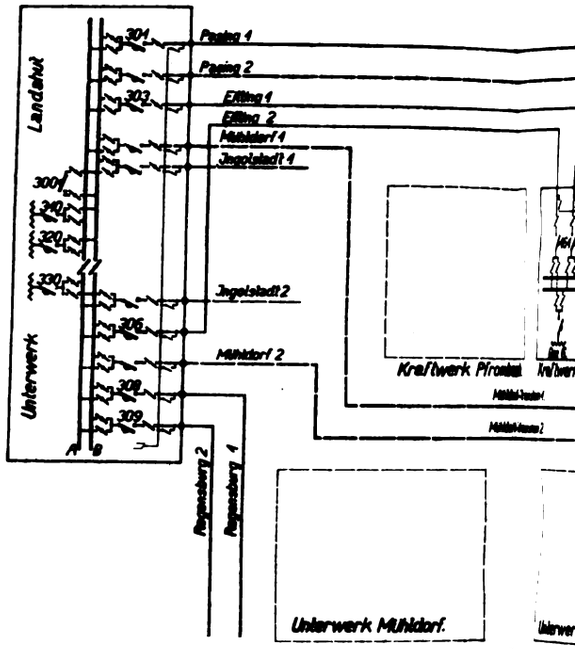
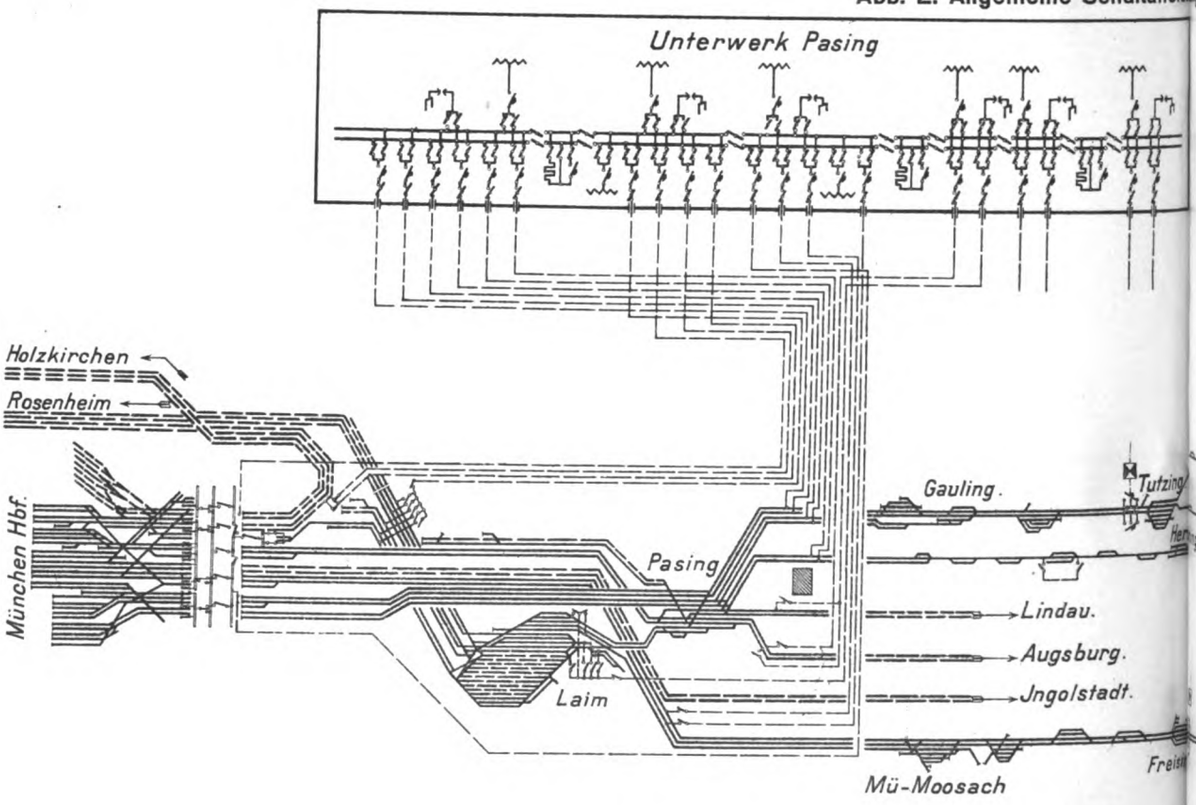


Abb. 2. Allgemeine Schaltanordnung des Unte

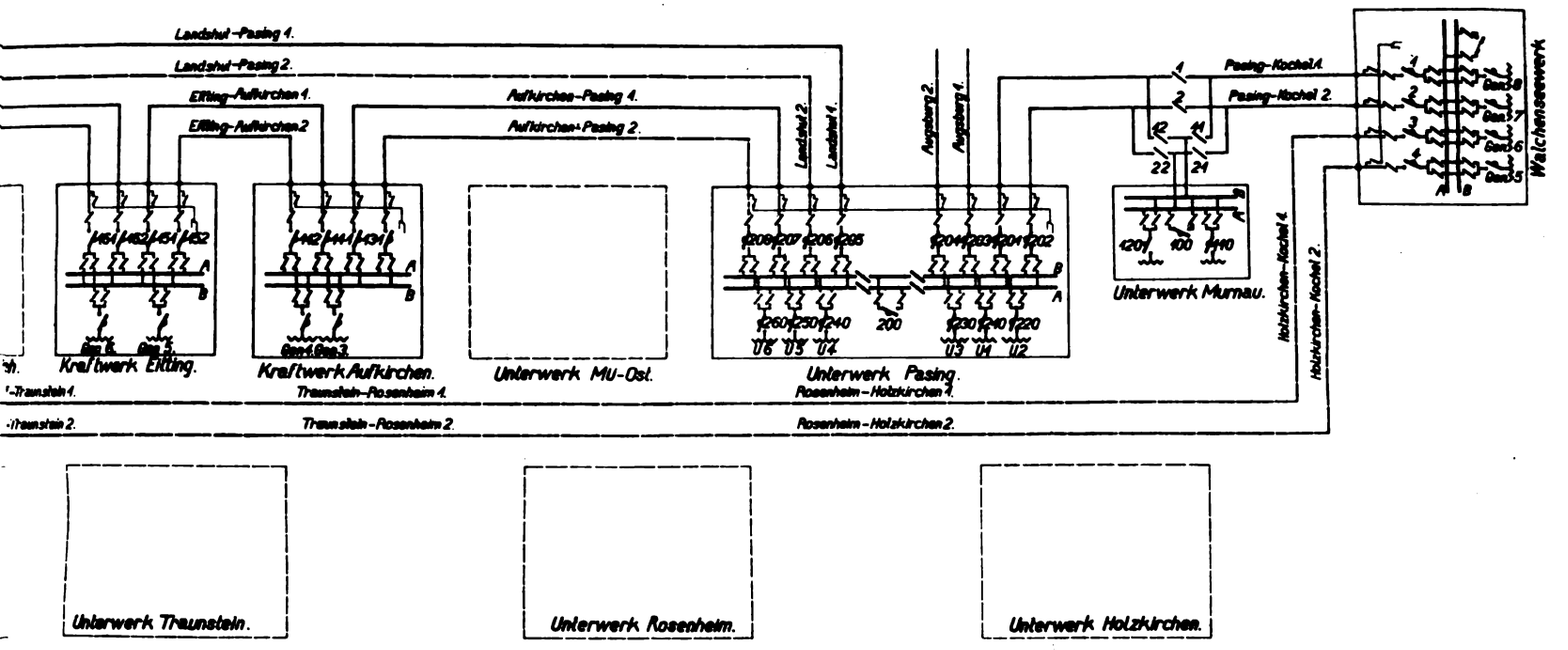


C. W. Kreidel's Verlag, München.

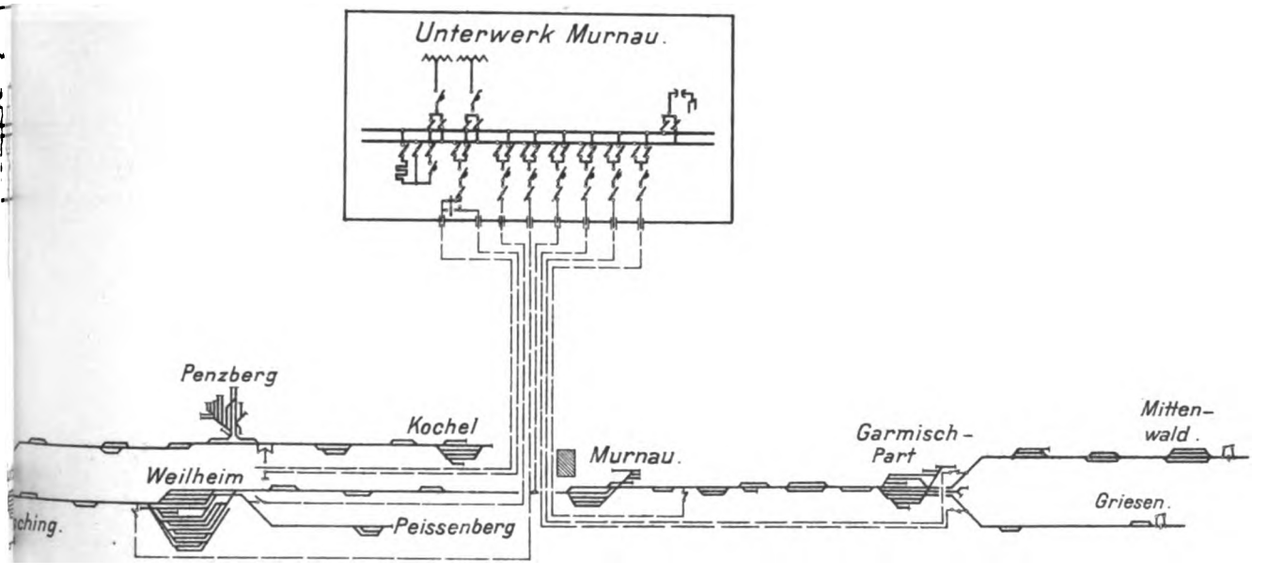
Digitized by Google

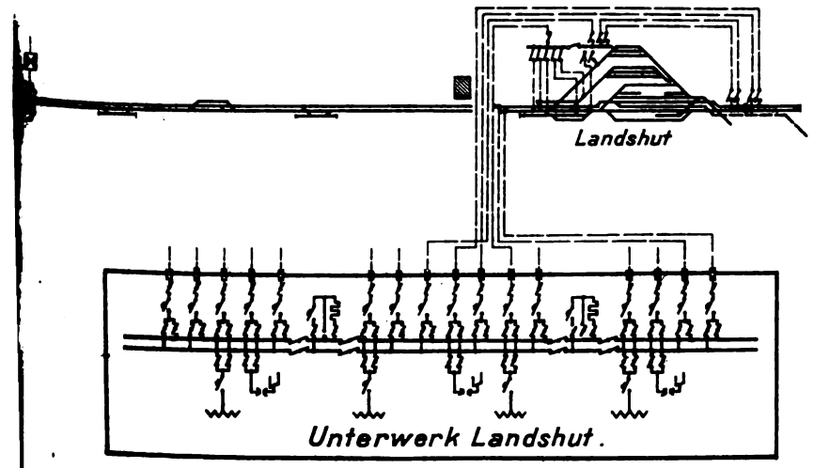
nen Zugbetriebes auf dem bayrischen Netze der D. R. G.

Abb. 1. Allgemeine Schaltanordnung des Oberspannungsnetzes.



tung des Unterspannungsnetzes.





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

). R. G.

nsichten und Schnitte.

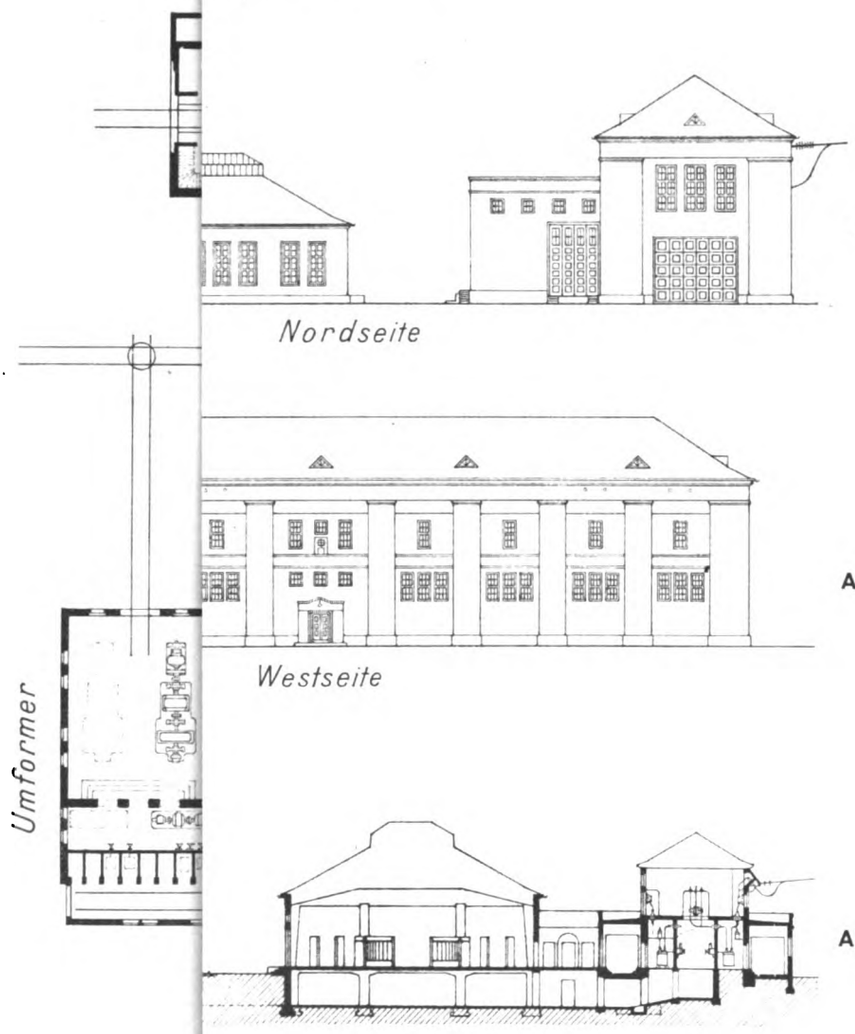


Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

Maßstab 1 : 600

Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf dem bayrischen Netze der D. R. G.

Bahnstromunterwerk Murnau.

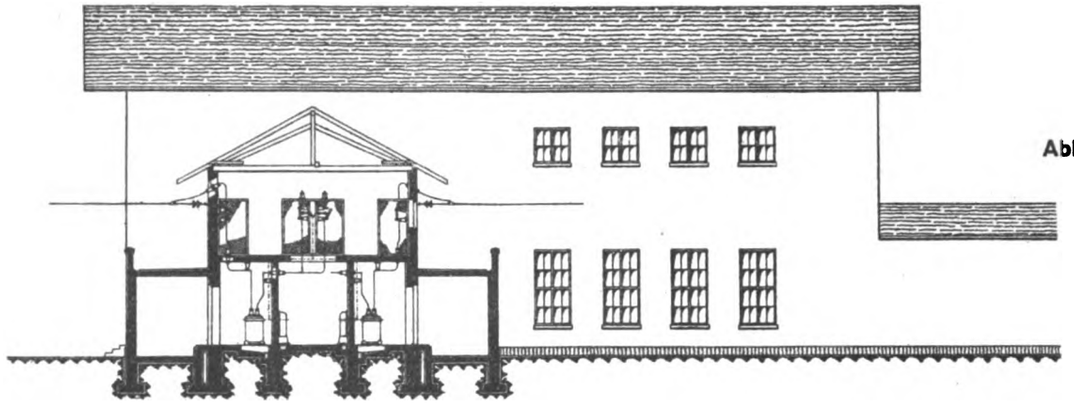


Abb. 1.

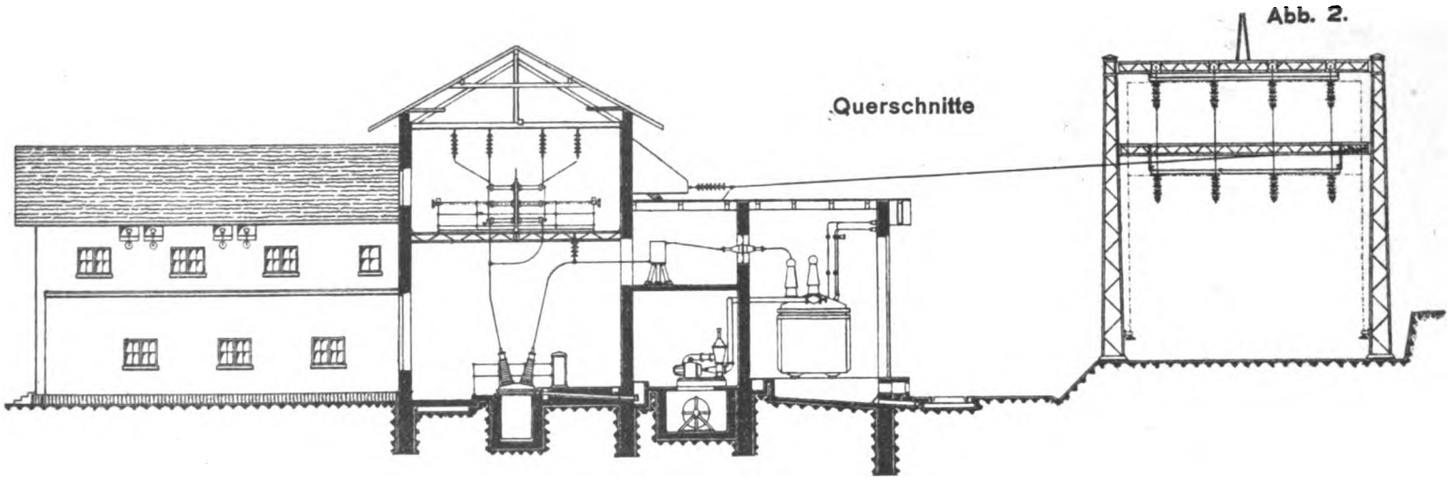


Abb. 2.

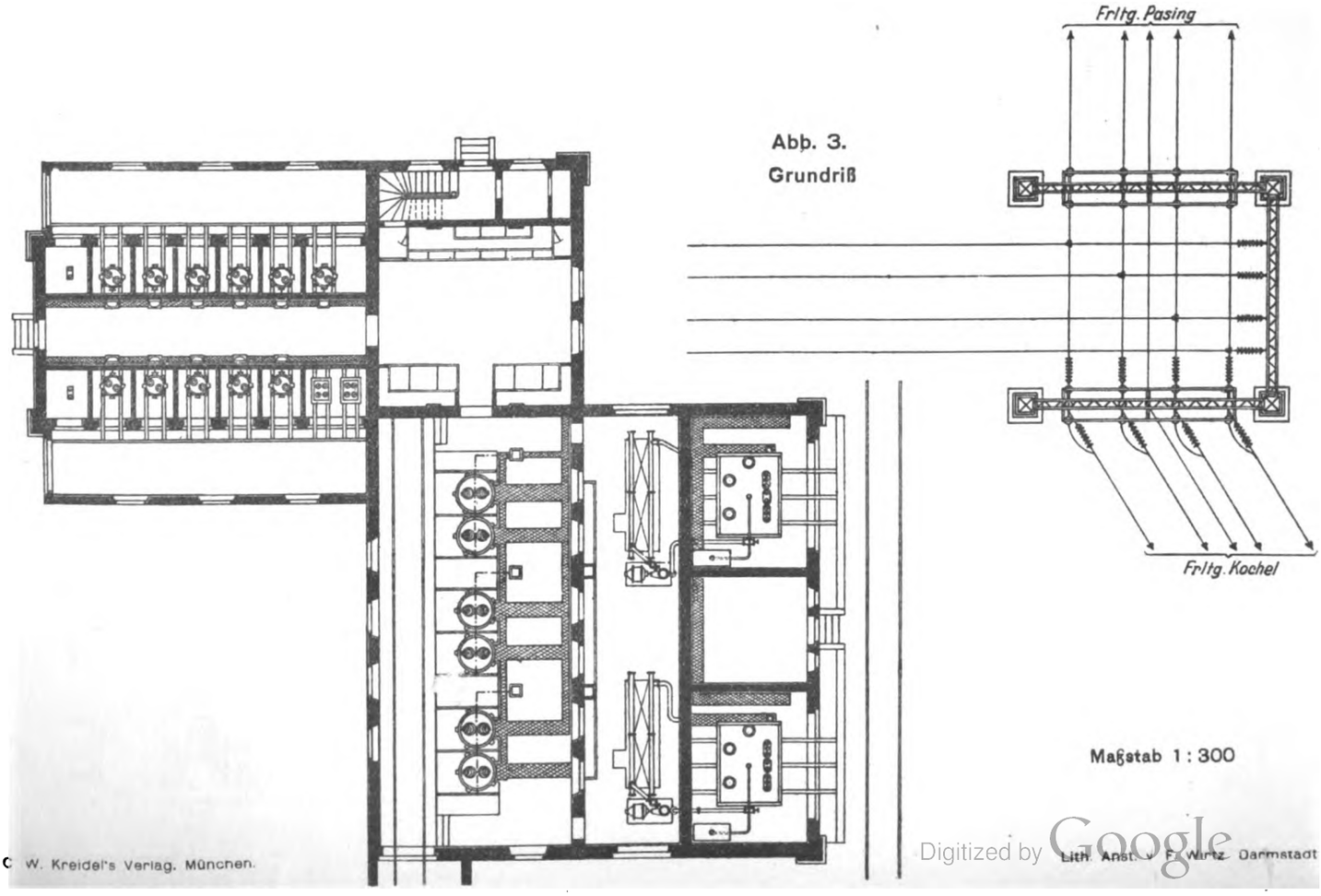


Abb. 3.
Grundriß

Maßstab 1 : 300

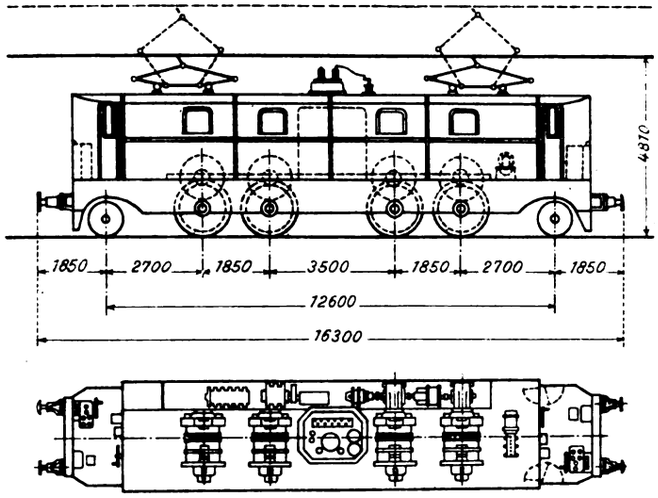
© W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

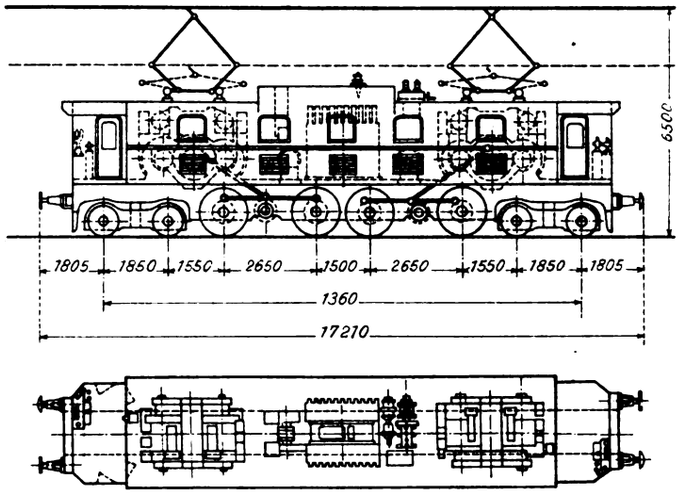
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

Digitized by Google

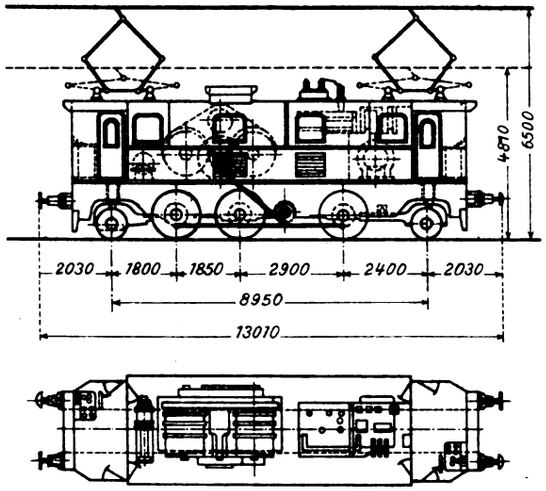
1AAAA1



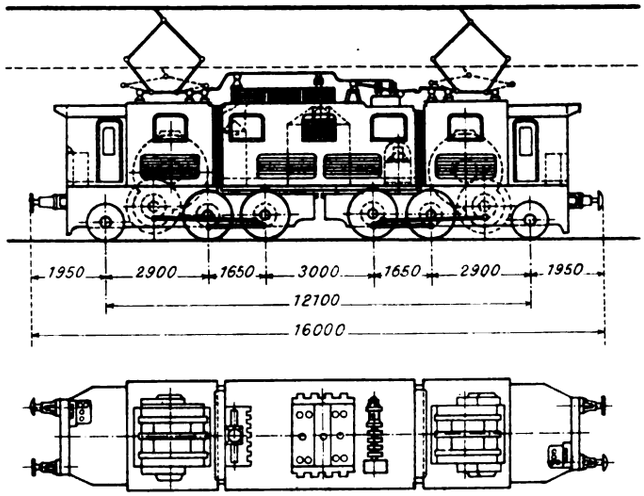
2BB2



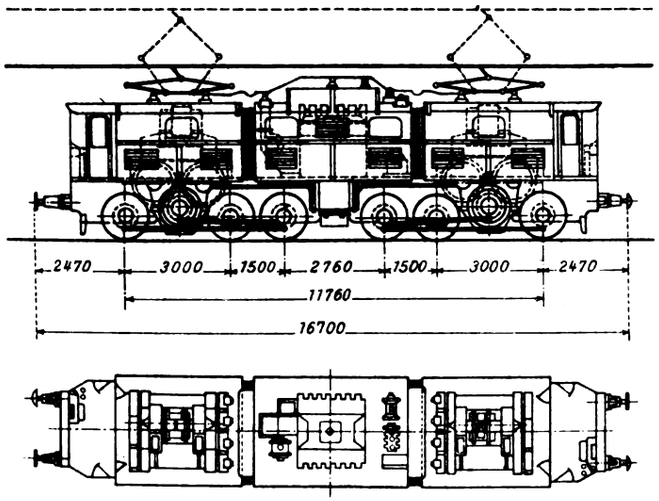
1C1



1BB1



CC



Zum Aufsatz: Die Arbeiten zur Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf dem bayrischen Netze der D. R. G.

C. W. Kreidel's Verlag. München.

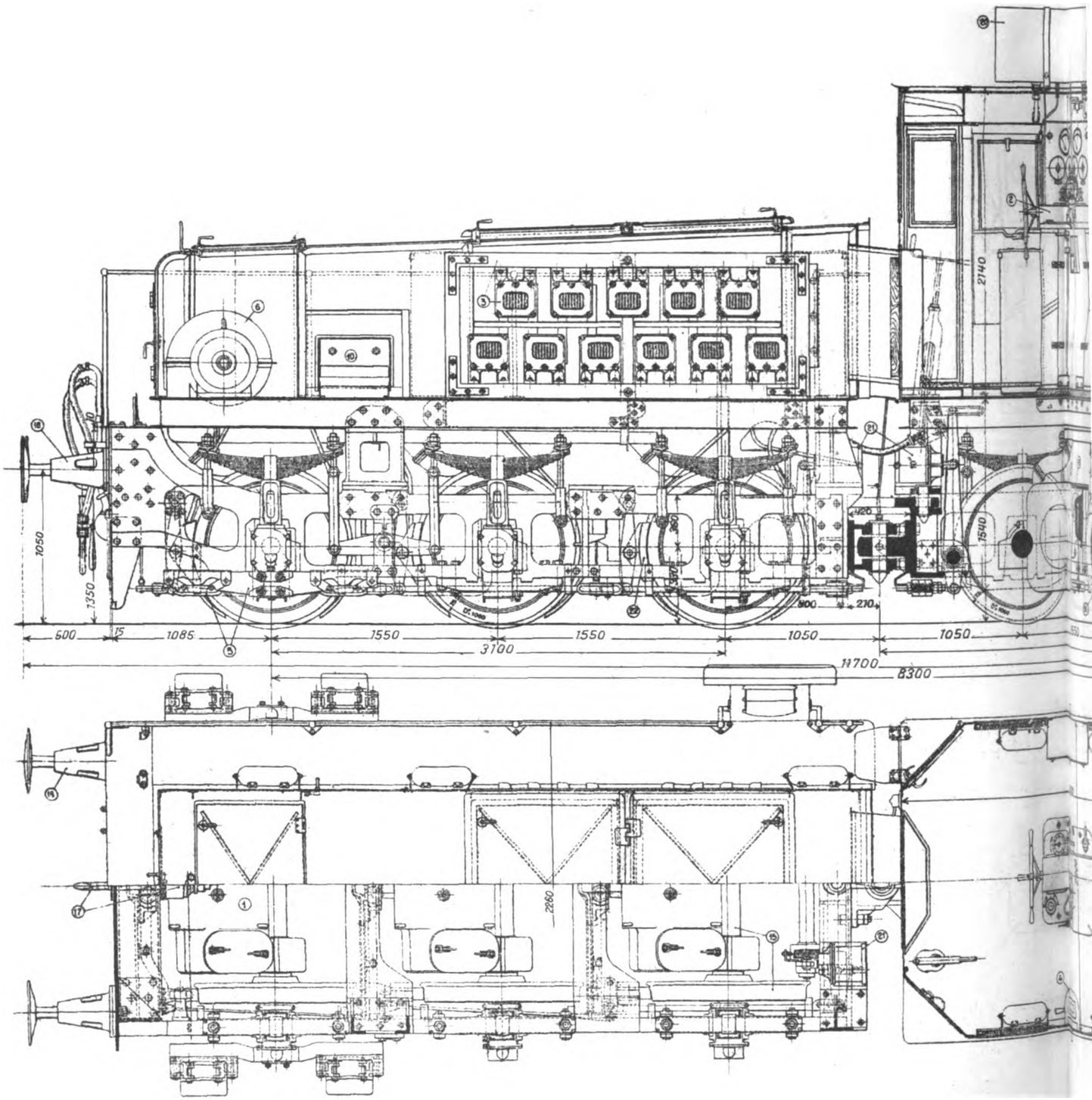
Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt

Digitized by Google

Digitized by Google

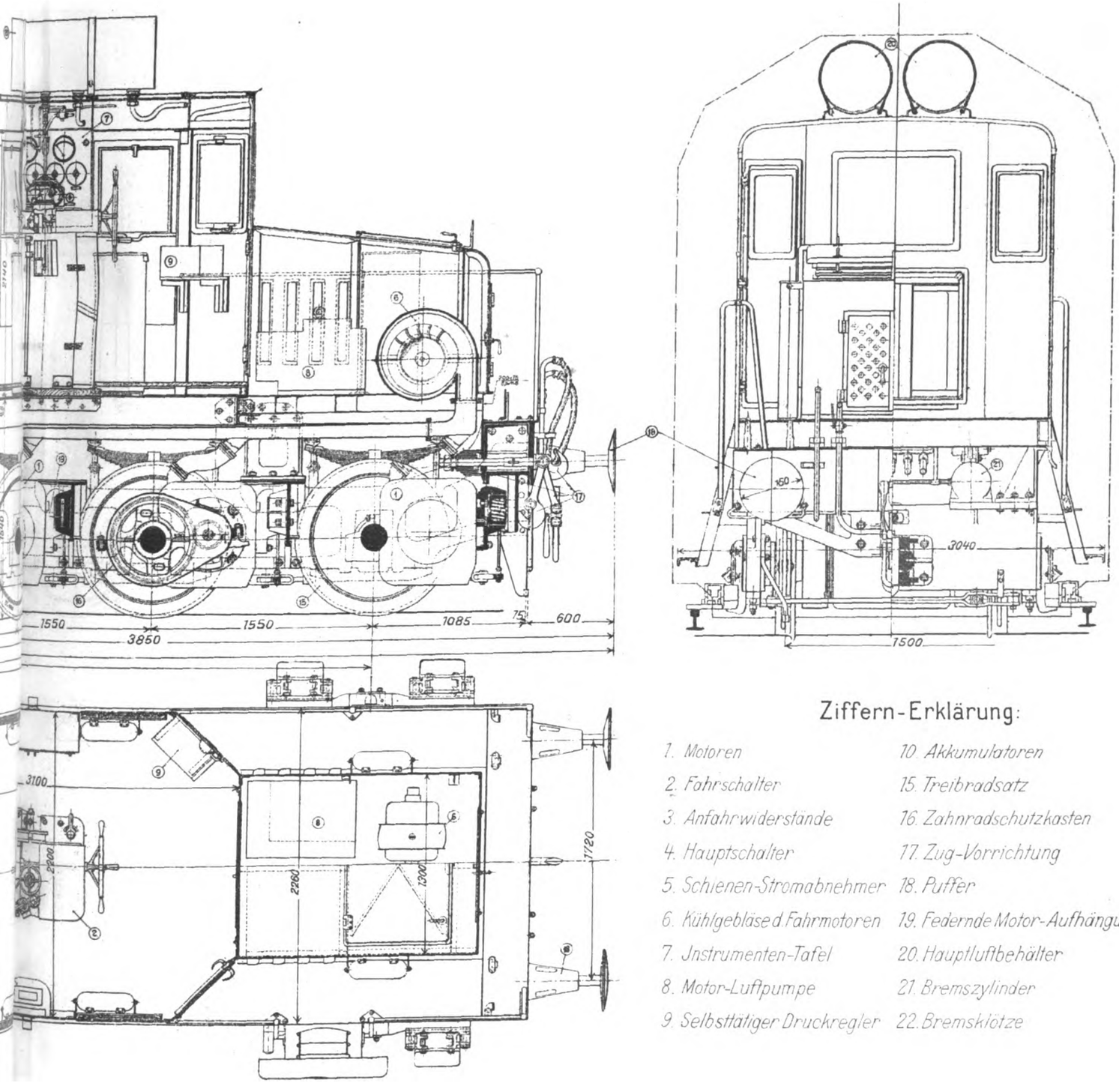
Zum Aufsatz: Die elektrische $C_o + C_o$ Personen- und Güterzuglok



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

d Güte okomotive der italienischen Staatsbahn Gruppe E 620.



Ziffern-Erklärung:

1. Motoren
2. Fahrschalter
3. Anfahrwiderstände
4. Hauptschalter
5. Schienen-Stromabnehmer
6. Kühlgebläse d. Fahrmotoren
7. Instrumenten-Tafel
8. Motor-Luftpumpe
9. Selbsttätiger Druckregler
10. Akkumulatoren
15. Treibradsatz
16. Zahnradschutzkasten
17. Zug-Vorrichtung
18. Puffer
19. Federnde Motor-Aufhängung
20. Hauptluftbehälter
21. Bremszylinder
22. Bremsklötze

Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

81. Jahrgang **30. Juli 1926** **Heft 14**

Der **Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen** hat ein

Preisausschreiben

für Erfindungen und schriftstellerische Arbeiten auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens erlassen. Die näheren Bedingungen sind im Heft 13 abgedruckt. Wir machen hierauf nochmals aufmerksam.

Befestigung der hölzernen Querschwellen auf eisernen Bahnbrücken.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **K. Schaechterle,** Stuttgart.

Während die in Sand, Kies oder Schotter eingebettete Schwelle keines besonderen Halts gegen Längs- und Seitenverschiebungen bedarf, ist auf eisernen Brücken die Reibung zwischen Schwelle und Schwellenträger nicht ausreichend, um die unverschiebliche Lage zu gewährleisten. Die Holzschwelle mufs an den eisernen Trägern festgemacht werden. Die sorgfältige Verlegung des Oberbaus auf den Bahnbrücken ist nicht nur zur Erzielung eines glatten und stofsfreien Befahrens und zur Vermeidung von Entgleisungen notwendig, sondern auch für die Schonung der Tragwerke und die Verbilligung des Unterhalts von Belang. Während der Unterbau des Gleises auf der freien Strecke als fest angesehen werden darf, biegt sich das Brückentragwerk unter den Lasten durch; der gedrückte Obergurt von Balkenbrücken wird kürzer, der gezogene Untergurt länger. Unter Wärmeeinwirkungen treten bei Balkenbrücken Verlängerungen und Verkürzungen ein, bei Bogenbrücken Hebungen und Senkungen des Scheitels. Die rollenden Lasten rufen durch Stöfse Schwingungen hervor. Die Lage des Oberbaus wird durch die zwischen Rad und Schiene auftretenden Kräfte (Antriebskräfte, Bremskräfte, Fliehkräfte), durch Stöfse und Winddrücke, Temperatureinflüsse und Wanderbewegungen des Gleises beeinflufst. Zu beachten ist auch, dafs der elastische Ausgleich der Stofswirkungen auf Brücken in geringerem Mafse vorhanden ist als bei der Bettung.

Wird das Gleis fest und unverschieblich mit der Brücke verbunden, so müssen die Längenänderungen an dem längsverschieblichen Brückenende durch die Stofslücken, durch Schienenauszüge oder sonstige Mafsnahmen ausgeglichen, aufserdem die Wanderbewegungen des Gleises vor der Brücke angefangen werden. Nach den Grundsätzen der Reichsbahn für die bauliche Durchbildung von eisernen Bahnbrücken vom Jahr 1925 sind Schienenauszüge bei Brücken über 75 m Länge anzuordnen, um Gleisverwerfungen am beweglichen Brückenende zu verhindern. Ihre Wirkung ist nur dann einwandfrei gewährleistet, wenn das Gleis unverschieblich gegen das Brückentragwerk festgelegt ist, während bei freiem Spiel zwischen Gleis und Brückentragwerk der Schienenauszug in Unordnung geraten kann. Wo besondere Schienenauszüge fehlen, mufs der Ausgleich der Längenänderungen in den Stofslücken erfolgen. Schwierigkeiten ergeben sich auf Brücken mit zwischen den Querträgern versenkten Schwellenträgern. Sie sind für »gleitenden Oberbau« ungeeignet, weil die Schwellen im Lauf der Zeit an die Querträger herangeschoben werden, wodurch Unregelmäfsigkeiten in der Schwellenteilung entstehen. Dagegen sind Gleitbewegungen des Oberbaus auf Brücken kleiner und mittlerer Spannweite unbedenklich, wenn nur die gegenseitige Lage der Schwellen gesichert ist (Streichbalken).

Auf stark befahrenen Strecken mit ungünstigen Steigungsverhältnissen sind schon kleine leichte Brücken bei starrer Schienen- und Schwellenbefestigung (mit dem Tragwerk fest vernietete Schwellenwinkel) durch die Ausdehnung der Schienen und die Wanderbewegungen des Gleises über die festen Lager weggeschoben worden (z. B. auf der Strecke Stuttgart Hauptbahnhof — Stuttgart Westbahnhof). Durch Lockerung der Befestigung zwischen Schiene und Unterlagsplatte konnte der Mifsstand behoben werden, indem es den Schienen ermöglicht wurde, die Streckenwanderung trotz unverschieblicher Befestigung der Schwellen auf den Schwellenträgern teilweise mitzumachen. Zur Verhinderung der Wanderbewegungen des Gleises, die besonders stark bei den Haarmannschen Schienenbefestigungen auftreten, werden auf der freien Strecke und in manchen Bezirken auch auf Brücken Schienenwanderklemmen angewandt. Sie haben sich auf der freien Strecke gut bewährt, begünstigen aber auf Brücken das Mitschleppen mangelhaft befestigter Schwellen. Dafs ein auf der Brücke aufgehaltener Streckenschub Schäden hervorrufen kann, zeigte sich an dem 23 m langen Überbau der Bahnbrücke Nr. 29 auf der Strecke Bietigheim—Heilbronn bei Kirchheim a. Neckar. Die unmittelbar auf den Hauptträgern gelagerten Schienen waren reichlich mit aufgenieteten Wanderlaschen versehen, die sich wie die Stofslaschen gegen die Unterlagsplatten stemmten. Die Stemmansätze der Laschen sind immer wieder gebrochen, so dafs der Oberbau geändert werden mufste. Auf dem Bühlerviadukt zwischen Hessental und Crailsheim sind durch den Gleisschub die Schwellenwinkel beim festen Lagerende der Brücke verbogen worden. Vor der Verwendung der Wanderklemmen auf Brücken mufs gewarnt werden. Man vermehre daher die Zahl der Wanderklemmen vor und hinter der Brücke und zwar nach beiden Wanderrichtungen, um den Gleisschub dort abzufangen und die Brücke als Festpunkt im Gleis zu erhalten.

Die Bestrebungen im Oberbau gehen heute dahin, eine möglichst steife Verbindung zwischen Schiene, Unterlagsplatte und Schwelle zu erzielen. Man hofft damit die Wanderbewegungen, wenn auch nicht ganz aufzuheben, so doch erheblich zu verringern. Tatsache ist, dafs mit den schweren badischen und oldenburgischen Oberbauformen — den Vorbildern des neuen Reichsoberbaus — beachtliche Erfolge auf dem Gebiet erzielt worden sind. Mit der zunehmenden Verwendung des neuen Reichsoberbaus werden die Wanderbewegungen, die sich heute auf vielen Strecken noch recht unangenehm bemerkbar machen, zurückgehen und zum Teil ganz verschwinden. Werden die Schienen unverschieblich auf den Unterlagsplatten festgeklemmt, so machen die in der Bettung verlegten Schwellen kleine Längsbewegungen bei Temperaturänderungen mit. Da nun die eisernen Balkenbrücken unter dem Gleis denselben Temperatureinflüssen, wenn auch in verschiedenem Grade, unterliegen, so sind die gegenseitigen Verschiebungen zwischen Schiene und Brücke gering. Auf der Brücke selbst sind deshalb Stofslücken nicht unbedingt notwendig. Man hat vielfach auf Brücken die Stofslücken kleiner gemacht als auf der freien Strecke, ja auch versuchsweise die Schienen lückenlos verlegt, ohne dafs sich schädliche Folgen gezeigt hätten. Neuerdings sind von der Reichs-

Digitized by Google

bahndirektion Breslau Versuche mit Schienenverschweifsungen auf der Eisenbahnbrücke über der Oder bei Steinau in km 55,2 der Strecke Breslau—Glogau ausgeführt worden, um den Einflufs des Fortfalls der Laschenstöfse auf die Beanspruchung des Tragwerks festzustellen. Auf Grund der günstigen Ergebnisse steht zu erwarten, dafs die Reichsbahn im Laufe der Zeit allgemein zur Schweifsung von Schienenstöfsen auf eisernen Brücken übergehen wird. Die Anwendung der Schienenschweifsung in Tunneln, auf Bahnhöfen und der freien Strecke wird z. Zt erprobt. Nach den bisher im Betrieb gesammelten Erfahrungen bestehen keine Bedenken die Schienen auf gröfsere Längen stofsfrei zu verlegen.

Je einfacher der Oberbau und seine Befestigung auf der Brücke durch den Wegfall der Schienenstöfse wird, um so wichtiger erscheint andererseits der Bewegungsausgleich an den beweglichen Brückenenden.

Während die Frage der Sicherung der Brückenschwellen gegen Längsverschiebungen noch umstritten ist, besteht bei den Brückenkonstrukteuren Einigkeit darüber, dafs Seitenbewegungen des Gleises durch konstruktive Mafsnahmen auszuschliefsen sind. Die Sicherung des Gleises in der Seitenrichtung ist naturgemäfs besonders wichtig auf Brücken in Krümmungen. Die Reibung zwischen Schwelle und Eisenträger reicht bei der verhältnismäfsig kleinen Lagerfläche nicht aus, um die Seitenkräfte zu übertragen. Man kann wohl die Reibung der Schwellen vergröfsern, indem man sie auf die Schwellenträger mit Hakenschrauben und Spannplatten aufspannt, wird sich aber in Krümmungen auf die Wirkung der Spannplatten nicht unbedingt verlassen dürfen. In der Geraden sind die von den Schwellen auf den Unterzug wirkenden Seitenkräfte nicht bedeutend, was aus der Erfahrung bestätigt wird, dafs an der früher gebräuchlichen Schwellenbefestigung mit senkrecht durch die Schwellen und Längsträger durchgeführten Schrauben keine Verbiegungen festzustellen sind. Wohl haben die Schrauben sich in die Lochwände eingefressen, z. T. die Schwellen aufgespalten, aber trotzdem noch im gelockerten Zustand die Seitenbewegungen verhindert. Dabei ist allerdings zu beachten, dafs die senkrechten Schrauben selten ohne gleichzeitige Einkämmung der Schwellen auf den Unterzügen verwendet worden sind.

Bei gleitendem Oberbau ist der Verschleifs sowohl der Schwellen als auch der Längsträger gröfser als bei fester Lage. Durch das Gleiten der Schwellen auf der eisernen Unterlage wird der Schutzanstrich zerstört und damit die Verrostung begünstigt. Das ständige Reiben in den Lagerflächen führt zu Verschwächungen, besonders wenn Sand und Schlackenteile hinzukommen. Man hat schon beobachtet, dafs die Schwellen durch ihre Bewegungen die Auflagerstellen blank scheuern. Unter frisch verlegten eichenen Schwellen, die Lohsäure ausscheiden, und unter klüftigen oder morschen Schwellen treten stets Rosterscheinungen hinzu, die durch die Rauchgase, Rufsniederschläge, Säuren und Schlacken verstärkt werden. An alten ausgebauten Brücken wird man fast durchweg Verschwächungen der Gurte unter den Schwellen, oft bis zur halben Stärke, Verbiegungen und Anrisse feststellen können. Das Streben bei der Ausgestaltung der Schwellenbefestigung und Lagerung für schweren Verkehr, wird deshalb darauf hinausgehen müssen, die Längs- und Seitenbewegungen der Schwellen auf ein Mindestmafs zu beschränken.

Die Formänderungen der Schwellen unter den rollenden Lasten hängen von der Art der Auflagerung ab. Liegen die Schienen mittig über den Schwellenträgern, so wirkt die Schwelle als elastisches Zwischenglied und erfährt in der Hauptsache senkrechte Eindrückungen. Bei gröfserem Schwellenträgerabstand kommt Biegung hinzu. Die Verbiegung kann sich voll auswirken bei zentrischer Auflagerung auf eisernen Zwischenlagern. Bei Flächenauflagerung auf die ganze Breite der Schwellenträgergurte tritt eine ungleichmäfsige Druckverteilung ein. Diese wirkt zunächst ungünstig auf die inneren Trägerflanschen der ohne Gurtplatten ausgeführten Schwellenträger. Als Folge der Schwellendurchbiegung sind vielfach Anrisse an den inneren Gurtwinkeln festgestellt worden. Auf Brücken der österreichischen Staatsbahnen hat sich gezeigt*), dafs die Anrisse bei den Anschlüssen und querversteiften Stellen zahlreicher sind als an den nachgiebigen Zwischenstücken. Die Anrisse treten naturgemäfs besonders häufig bei geringer Schenkeldicke der Gurtwinkel auf, sie verlängern und vertiefen sich unter dem Einflufs des Betriebs, bis schliefslich in ungünstigen Fällen der wagrechte Winkelschenkel gänzlich aufreifst und durchbricht. Sind einmal an den Schwellenträgern Anrisse, wenn auch nur vereinzelt festzustellen, so nehmen sie bei stärkerem Betrieb und erhöhten Betriebslasten rasch zu. So hat sich bei der Fahrbahn einer 25 Jahre im Betrieb stehenden österreichischen Brücke die Zahl der Anrisse innerhalb eines weiteren Betriebsjahres verdreifacht.

Die Ursache der Rifsbildung liegt nicht darin, dafs die nach den Vorschriften errechneten Biegungsspannungen für die Hauptbiegebene der Schwellenträger überschritten werden, sondern ist auf die quer zur Schwellenträgerachse gerichteten Biegungsbeanspruchungen zurückzuführen, die bei schwachen Gurtwinkeln aufserordentlich hohe Spannungen im Bereich der Hohlkehle hervorrufen. Die Nachrechnung der Innenwinkel, infolge der elastischen Durchbiegung der Schwellen und der ungleichmäfsigen Druckverteilung über die Lagerfläche mit Kantenpressungen bis zur gröfsten Druckfestigkeit der Schwellenhölzer senkrecht zur Faser (Eichenholz 80 kg/m²) ergibt Spannungen, die weit über die Elastizitätsgrenze des Eisens hinausgehen.

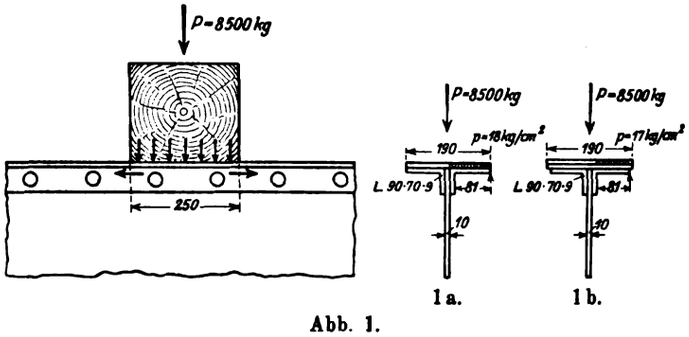


Abb. 1.

Gleichmäfsig verteilter Flächendruck bei einer Radlast von 8500 kg und einer Schwellenbreite von 25 cm

$$\frac{8500}{19{,}0 \,.\, 25} = 18 \text{ kg/cm}^2.$$

Biegungsmoment an der senkrechten inneren Gurtwinkelkante der nebengezeichneten Schwellenträger (Abb. 1a):

$$1{,}0 \,.\, 8{,}1 \,.\, 18 \,.\, \frac{8{,}1}{2} = 590 \text{ cm/kg}.$$

Widerstandsmoment für 1 cm Winkelschenkelbreite:

$$\frac{1{,}0 \,.\, 0{,}9^2}{6} = 0{,}135 \text{ cm}^3.$$

Beanspruchung des Gurtwinkels an der senkrechten inneren Gurtwinkelkante:

$$\frac{590}{0{,}135} = 4370 \text{ kg/cm}^2.$$

Durch die ungleichmäfsige Druckverteilung wird die Spannung vergröfsert, andernteils durch eine Art Seilwirkung des Gurtwinkelschenkels verringert, immerhin nicht soweit, dafs die Spannungen unter die Fliefsgrenze des Werkstoffs heruntergehen.

Nach Verstärkung des Schwellenträgers durch Aufnieten einer Deckplatte nach Abb. 1b ergeben sich folgende Werte:

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Heft 6: Schwellenträgeranrisse und ihre Verhütung bei bestehenden Brücken von Ingenieur O. Bauer, Oberbaurat der österreichischen Bundesbahnen, Graz.

Digitized by Google

$$\text{Flächendruck } \frac{8500}{25{,}0 \,.\, 20} = 17 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\text{Biegungsmoment } 1{,}0 \,.\, 8{,}1 \,.\, 17 \,.\, \frac{8{,}1}{2} = 558 \text{ kg},$$

$$\text{Widerstandsmoment } \frac{1{,}0 \,.\, 1{,}9^2}{6} = 0{,}60 \text{ cm}^3,$$

$$\text{Beanspruchung } \frac{558}{0{,}60} = 930 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Querbeanspruchung ist besonders ungünstig in der Nähe der Anschlüsse der Schwellenträger an den Querträgern, weil dort die Seilwirkung des durchgehenden wagrechten Winkelschenkels gering ist. Sind einmal ganze Teile des Gurtwinkels abgesprengt, so ist auch der gegen die achsiale Biegung wirksame Trägerquerschnitt geschwächt, was bei den hochbeanspruchten Schwellenträgern gefährliche Folge haben kann. An Schwellenträgern österreichischer Brücken mit [-förmigem Querschnitt, die bezüglich der Spannungsverteilung besonders ungünstig sind, hat O. Bauer, Graz, seitliche Ausknickungen und Risse im Stegblech festgestellt. Die Unterflächen der Schwellen zeigten ungleichmäfsige Eindrückungen, so dafs die unbelastete Schwelle nur noch an Aufsenkanten der wagrechten Winkelschenkel aufsafs, wodurch beim Befahren die ausmittige Kraftwirkung noch verstärkt wurde. Die Eindrückungen über den Innenkanten der Schwellenträgergurte führen bei grofsen Schwellenträgerabständen zum Aufreifsen der Schwellen namentlich dort, wo die Fasern schräg zur Schnittfläche verlaufen. Die Durchbiegung der Schwellen führt weiterhin zu Lockerungen der senkrechten Schwellenbefestigungsschrauben, wenn diese an den Aufsenkanten der Schwellenträger angebracht sind. Ein Abheben des Oberbaus durch Unterwind ist bei normalspurigem Gleis unwahrscheinlich. Die Windangriffsfläche zwischen zwei Schwellen einschliefslich Belag mifst $0{,}6 \,.\, 2{,}5 = 1{,}50$ qm. Das Gesamtgewicht des Oberbaus auf eine Länge von 60 cm beträgt rund 500 kg. Der Winddruck müfste also $\frac{500}{1{,}50} = 333$ kg/cm² überschreiten.

Ein Abheben des Oberbaus von der Eisenkonstruktion kann dagegen an den Brückeneinläufen vorkommen. Bei den alten Brücken mit fest auf dem Ankergemäuer aufsitzenden Ortschwellen tritt bei der Einfahrt eines Zuges die in Abb. 2 dargestellte Verformung des Gleises ein, die Ortschwelle bildet den Drehpunkt für das Gleis, das sich in der Bettung unter der Last eindrückt und über der Eisenkonstruktion eine Aufwärtsbewegung auszuführen sucht. Es ist wiederholt beachtet worden, dafs leichte Konstruktionen durch die Schwellenbefestigungsmittel mitgenommen und aus den Lagern gehoben wurden. An einer 10 m weit gespannten Blechträgerbrücke bei Ulm wurden durch das Anheben der Brücke und die Hammerwirkung der rollenden Lasten die Auflagerquader zerstört. Die festen Ortschwellen machen in der Bahnunterhaltung dauernd Schwierigkeiten; wegen der nachteiligen Wirkung sollten nach und nach alle diese schlechten Stellen ausgemerzt werden. Bei neuen Brücken wird seit Jahren nach dem preufsischen Vorgang die Ortschwelle im Schotterbett elastisch gelagert, der Abstand von der Ortschwelle zur ersten Brückenschwelle durch Konsollager verringert.

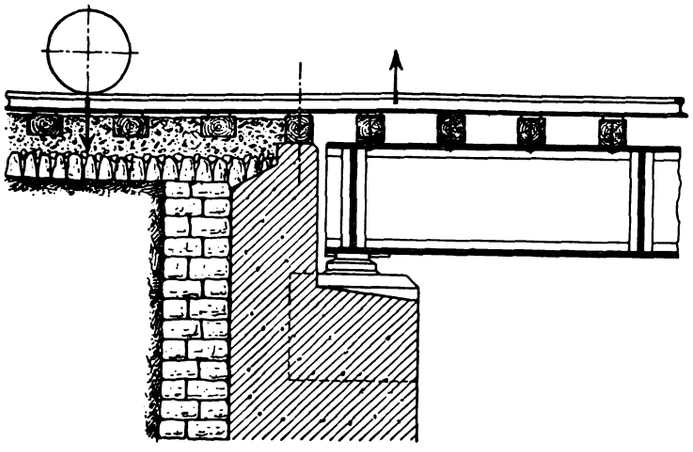


Abb. 2.

Zum Oberbau auf Brücken gehören noch die Sicherungseinrichtungen gegen Entgleisungen. Leitschienen sind in Gleisbogen unter 350 m Halbmesser anzuwenden, aufserdem auf eisernen Brücken mit hochliegender Fahrbahn in den Fällen, in denen die Obergurte entgleiste Fahrzeuge nicht vor dem Abstürzen schützen können. Zur Sicherung entgleister Fahrzeuge gegen Abstürzen werden Streichbalken verwendet, die seitlich auf die Schwellenköpfe aufgesetzt werden. Während die Leitschienen das Aufsteigen des Rades verhindern sollen, geben die Streichbalken dem entgleisten, zwischen Schiene und Streichbalken auf die Schwellen heruntergefallenen Rad eine neue seitliche Führung.

Beide Anordnungen — Leitschienen wie Streichbalken — erhöhen die Seitensteifigkeit des Gleises. Die Kräfte, die bei Entgleisungen auftreten, sind schwer zu beurteilen. Das entgleiste Rad stöfst auf die Schwellen und treibt sie keilartig auseinander. Die Stöfse sind in ihrer Auswirkung um so gefährlicher, je gröfser der Schwellenabstand ist. Das auf und zwischen die Schwellen fallende Rad kann aufserdem Kippmomente hervorrufen. Um ungünstige Auswirkungen zu verhindern, werden auf gröfseren Brücken Fallbodenschwellen zwischen den Tragschwellen eingelegt. Die Erhaltung des Schwellenabstands wird durch die Einkämmung der Streichbalken auf den Schwellen gewährleistet. Der Widerstand gegen seitliche Stöfse kann durch Dübeleinlagen zwischen Streichbalken und Schwelle an Stelle der einfachen Schraubenverbindung erhöht werden.

Im folgenden werden zunächst die bisher üblichen Schwellenbefestigungsarten beschrieben und verschiedene Verbesserungsversuche behandelt.

Die älteste Schwellenbefestigungsart bestand aus Schrauben, die lotrecht durch die Schwelle und die eisernen Längsträger durchgesteckt wurden (Abb. 3). Die Schraubenmutter wurde dabei auf die Schwellenunterseite gelegt, um das Durchfallen zu verhindern. Der Schraubenkopf wurde z. T. im Holz versenkt, um das Verlegen der Belagdielen zu erleichtern. Die Anordnung hat sich nicht bewährt. Durch das ständige Rütteln lösen sich die schwer zugänglichen Muttern, die Bolzen verlieren bald jeden Halt, bis sie schliefslich durch das ausgeweitete Bohrloch, in dem das zutretende Tagwasser die Fäulnis begünstigt, durchfallen. Die alten Brücken weisen in den oberen Gurtungen der Schwellenträger regellos offene Bohrungen auf,

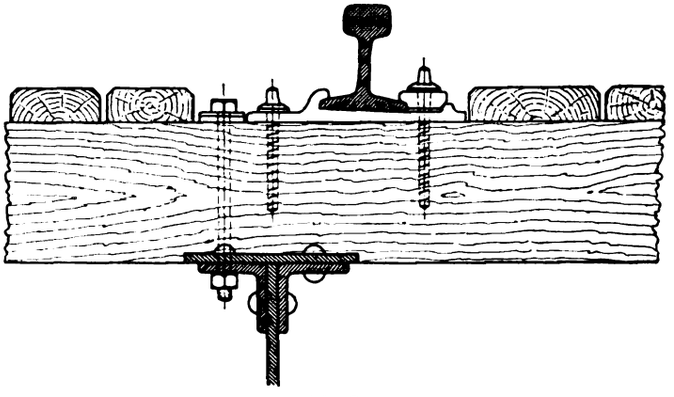


Abb. 3.

Digitized by Google

da bei den Veränderungen der Schwellenlage im Laufe der Jahre jeweils neue Löcher gebohrt wurden. Auf die Nietteilungen wurde wenig Rücksicht genommen und so kam es, dafs die Anordnung mit der Zeit zu erheblichen Verschwächungen der Schwellenträger führte. Um den Verschleifs an den Auflagerflächen durch Schaben, Scheuern und Rütteln der Schwellen auf den Schwellenträgern unschädlich zu machen, hat man später kurze Lamellenstücke als Schwellenlager genietet. Neuerdings werden durchgehende Verstärkungsplatten mit versenkten Nieten für die Schwellenlage bevorzugt.

Weit verbreitet ist das Einkämmen der Schwellen über den Trägern, um seitliche Verschiebungen zu verhindern. Die Schwelle wird aber dabei an der Stelle der stärksten Biegungsbeanspruchung geschwächt, die Einkämmung begünstigt aufserdem bei schief zur Unterfläche gerichteten Fasern das Aufspalten. Man wird selten eine durch Überlastung zerstörte Schwelle finden, deren Bruch nicht von der Einkämmung am Schwellenträger aus verläuft. Das Einschneiden der Schwellen bedeutet eine nicht unerhebliche Holzverschwendung, weil sich die Tragkraft der Schwelle nach dem Querschnitt an der Einschnittstelle richtet. Die Einkämmung kann erst auf der Baustelle ausgeführt werden. Neben dem gröfseren Holzaufwand und der Verteuerung der Verlegungsarbeit hat die Einkämmung noch den Nachteil, dafs dabei die glatte Oberfläche der Schwelle und mit ihr die am besten getränkte Schicht verloren geht. Trotz aller dieser Mängel kann auf die Seitensicherung des Oberbaus durch Einschneiden, namentlich in stärker gekrümmten Gleisen, solange nicht verzichtet werden, als nicht eine Befestigung gefunden ist, die die Seitenkräfte auch in gelockertem Zustand noch aufzunehmen vermag.

Die meisten Brückenschwellen werden mit Schwellenwinkeln befestigt, die auf die Schwellenträger aufgenietet werden. Durch ein Langloch im stehenden Schenkel wird eine Schraube gesteckt, die die Schwelle an den Winkel prefst. Der Schraubenkopf gehört auf die Winkelseite, damit das Schraubengewinde nicht an den Lochwandungen des Winkels reibt. Beim Einbau mufs die Schwellenschraube oben in das Langloch gesteckt werden, damit sie mitgehen kann, wenn sich die Schwelle unter den Lasten zusammendrückt. Bei einem Rundloch ohne Spiel (ältere preufsische Bauart 4 a) reitet die Schwelle nach kurzer Zeit auf dem Bolzen, Lochwandverdrückungen im Schwellenholz und Spalterscheinungen sind die unvermeidlichen Folgen. Die Schwellenwinkel sind besonders zur Aufnahme der Längskräfte geeignet, wenn das wandernde Gleis gegen den Winkel drückt, den Schraubenbolzen also nicht auf Zug beansprucht. Man erreicht das durch wechselnde Stellung der Winkel. Es sind auch schon beiderseits der Schwelle Winkel angebracht worden. Durch das Schwinden des Holzes geht aber die beiderseitige Anlage bald verloren. Die Querkräfte werden durch die Schwellenschrauben auf die Winkel übertragen. Bei Verzicht auf die Einkämmung der Schwellen empfiehlt es sich, die Kraft durch Streichbalken auf mehrere Schwellen zu verteilen. In Gleiskrümmungen kann der Widerstand gegen seitliche Verchiebungen durch Dübeleinlagen erhöht werden. Ob der Schwellenwinkel sich in gleicher Weise bewähren wird, wenn die Schienen nahezu unverschieblich auf den Unterlagsplatten befestigt sind, bleibt abzuwarten. Neben den Vorzügen haben die Schwellenwinkel auch erhebliche Mängel. Die Anordnung ist teuer wegen des verhältnismäfsig grofsen Eisenverbrauchs und der Nietarbeit. Änderungen in der Schwellenlage bei Gleisumbauten, sei es durch Vermehrung der Schwellenzahl und Verlegung der Schienenstöfse, bedingen eine Versetzung der Winkel, die kostspielig ist. Bei neuen Brücken ist die Nietteilung der Schwellenträger von der Lage der Schwellenwinkel abhängig und kann deshalb nicht einheitlich gewählt werden, was zur Arbeitsvereinfachung angestrebt werden mufs. Die Rücksicht auf die Schienenstöfse zwingt ebenfalls dazu die Träger mit verchiedener Nietteilung auszuführen. Breitflanschträger werden durch die Nietlöcher in den oberen Flanschen verschwächt, was die Verwendung schwererer Profile bedingt. Da künftig für die Schwellenträger vorwiegend Breitflanschprofile verwendet werden, so macht sich die Gewichtsvermehrung in wirtschaftlicher Hinsicht unangenehm bemerkbar. Sehr einfach ist die bayrische Befestigung (Abb. 5). An der Unterseite der Schwelle wird eine gewöhnliche Schwellenschraube derart eingeführt, dafs ihr Kopf unter die obere vorstehende Gurtplatte

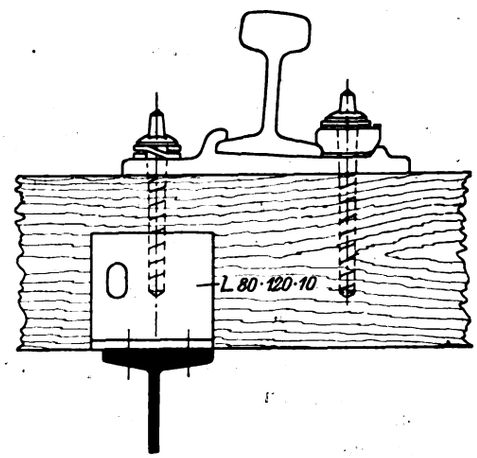


Abb. 4. Schwellenwinkel mit Langloch.

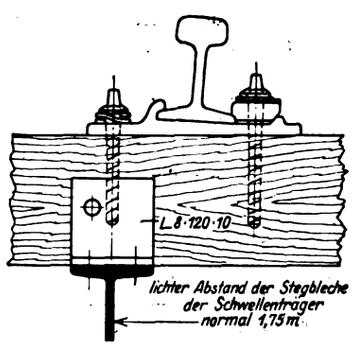


Abb. 4 a. Seitherige preufsische Befestigung.

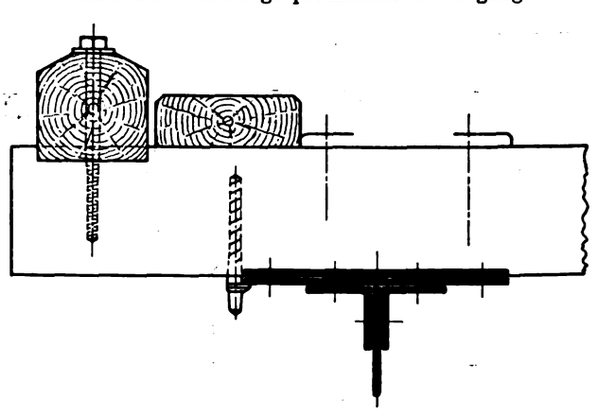


Abb. 5. Bayerische Schwellenbefestigung.

oder den Trägerflansch greift. Ein Teil des Schraubenkopfes ist abgenommen, damit die Schrauben bereits vor dem Verlegen der Schwellen mit Kopfansatz nach aufsen eingeschraubt werden können. Ruht die Schwelle dann auf dem Träger auf, so bedarf es nur noch einer Teildrehung, um die Schraube zum Anliegen zu bringen. Zur Übertragung der Seitenkräfte wird die Schwelle in Bayern auf den Schwellenträgern eingekämmt. Der gegenseitige Abstand der Schwellen wird durch Streichbalken gesichert. Die Anordnung hat den grofsen Vorzug, dafs man

Digitized by Google

von der Lage des Oberbaus zum Träger vollkommen unabhängig ist. Das Festziehen der Schrauben wird von den mafsgebenden bayrischen Fachleuten als nicht besonders schwierig erklärt. Längsverschiebungen der Schwellen werden, solange die Schrauben fest anliegen, durch Reibung behindert. Frifst sich die Schwelle im Betrieb ein, so wird aber der Kopf mit der Zeit abstehen und durch Nachziehen der Schraube zur Anlage gebracht werden müssen. Der bayrischen Anordnung haftet der Mangel an, dafs die Schraube zur Aufnahme der Seitenkräfte nicht ausreicht und bei ungenauer Einkämmung Seitenverschiebungen der Schwelle möglich sind. Auf die teuere und technisch nicht befriedigende Einkämmung der Schwellen kann verzichtet werden, wenn zur Übertragung der Seitenkräfte Spurdübel (Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Heft 16) Verwendung finden (Abb. 6). Die Seitenkraft wird dabei von der

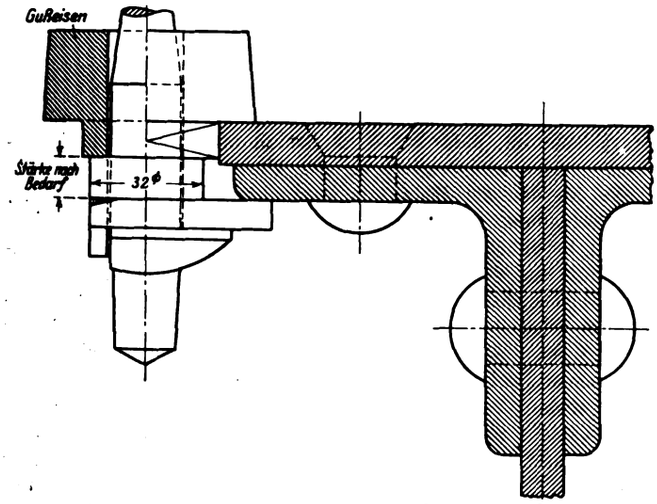


Abb. 6. Fahrbahntafel mit Querschwellenoberbau. Querschwellenbefestigung = Eisendübel mit Vierkantensatz.

letztere beim Drehen der Schraube mitgenommen und in der Endlage zwischen Träger und Schraubenkopf eingeprefst. Die für Walzträger bestimmten Klemmplatten erhalten zweckmäfsig der Flanschneigung entsprechende Berührungsflächen. An Stelle des vierkantigen Dübelansatzes kann man auch einen runden, zur Dübelachse exzentrischen Ansatz wählen, um bei ungenauer Bohrung durch entsprechende Drehung mittels Steckschlüssel die Berührung des Ansatzes mit dem Träger zu erreichen.

Eine von der Reichsbahndirektion Dresden erprobte Befestigungsart besitzt bei klarer Kraftübertragung eine zentrische Auflagerung der Schwelle (Abb. 7 und 8). An den Unterflächen der Schwellen werden eiserne Druckverteilungsplatten mit Holzschrauben befestigt. Die unterlaschten Schwellen ruhen auf Vierkanteisen, die der Schwellenbreite entsprechen und mit Stiftschrauben auf den Schwellenträgern befestigt werden. In ihrem seitlich über den Längsträger hinausragenden Teil ist die Druckverteilungsplatte mit einem runden oder viereckigen Loch versehen. Zum Festklemmen dient eine Schwellenschraube oder eine mit umgebogenen Endhaken versehene Befestigungsschraube. Diese wird durch Anziehen der über der Schwelle befindlichen Schraubenmutter angeprefst. Der senkrechte Schraubenbolzen liegt seitlich am Träger an. Bei ungenau gewalzten Profilen ist das Einführen der Schrauben erschwert. Es besteht die Gefahr, dafs die Schwellen bei Wanderbewegungen des Gleises über die kurzen Vierkanteisen vorgeschoben werden, da die

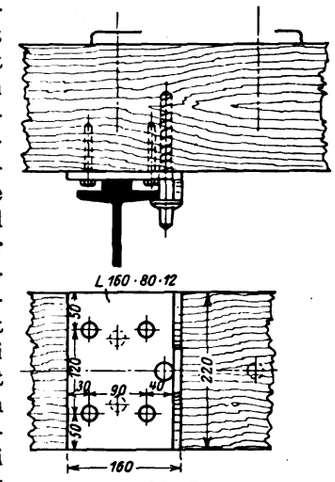


Abb. 7. Vorschlag der R. B. D. Dresden.

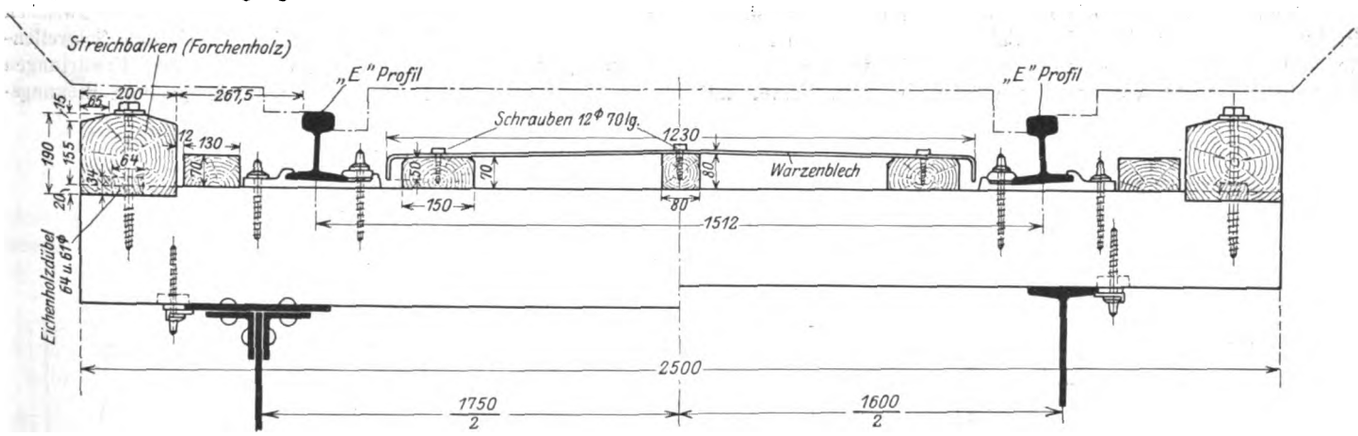


Abb. 6a. Fahrbahntafel mit Querschwellenoberbau.

Schwelle auf einen Dübelansatz von rechteckigem Querschnitt abgegeben; der an der Aufsenkante des oberen Trägergurts anliegt. Die vier Kanten des Ansatzes sind von der Dübelachse 18, 19, 20 und 21 mm entfernt und ermöglichen durch entsprechende Drehung ein Anliegen am Träger auch bei ungenauer Bohrung. Durch die Einführung des Spurdübels in die Befestigung, die im übrigen nicht von der normalen bayrischen abweicht, wird die Schraube von Seitenkräften entlastet und hat nur noch achsiale Zugkräfte zu übertragen, wozu sie ohne Gefahr der Lockerung imstande ist. Bei der verschiedenartigen Ausbildung der Längsträgergurtungen werden noch Futterstücke und Klemmplatten gebraucht. Da sich die senkrechte Kopffläche an den Ansatz der Klemmplatte anlegt, wird Reibung die Längsbewegung nicht vollständig verhindern kann. Das Vierkanteisen sollte über den ganzen Träger hinweggeführt werden, was jedoch kostspielig ist. Es wird auch nicht leicht sein, die in der Schwelle vorzubohrenden 16 Löcher für die Befestigung der Schienen, und der Druckverteilungslaschen, sowie die Durchführung der senkrechten Bolzen so in Übereinstimmung zu bringen, dafs die Bolzen wirksam an den Längsträgern zur Anlage kommen. Die durch die zentrische Auflagerung der Schwelle erreichte freie Durchbiegung der Schwellen wird durch die seitlich angebrachte Befestigungsschraube behindert. Nach den im Betrieb gemachten Erfahrungen können senkrecht durch das Schwellenholz geführte Schrauben nicht empfohlen werden. Im übrigen hat die

Digitized by Google

Dresdener Befestigungsart grofse Vorzüge. Durch die mittige Übertragung des Schwellendrucks sind schädliche Nebenspannungen in den Schwellenträgergurtflanschen vermieden. Durch die Ausgleichsstücke werden die Höhenunterschiede ausgeglichen, die bei mehreren Decklamellen entstehen. Die Aussparungen für Nietköpfe in den Schwellen fallen weg. Einseitige Verdrückungen der Gurte bei Durchbiegung der Schwellen können nicht eintreten. Schliefslich gestattet die sächsische Anordnung eine Erneuerung des Anstrichs unter den Schwellen ohne Seitenverschiebung und Abheben. Ähnliche Auflagevorrichtungen für die Schwellen mit plattenförmigen Unterteilen auf den Schwellenträgern und Keilplatten unter den Schwellen hat O. Bauer, Graz, für die österreichischen Bahnen erprobt.

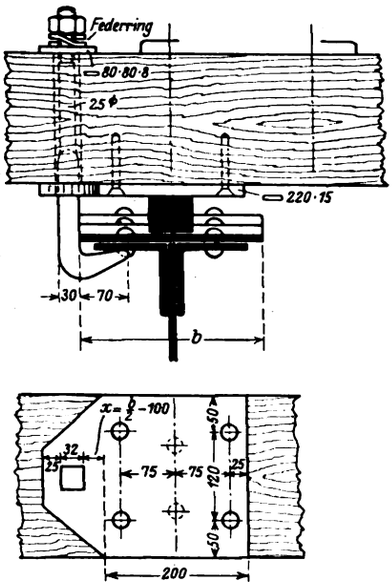


Abb. 8.
Vorschlag der R. B. D. Dresden.

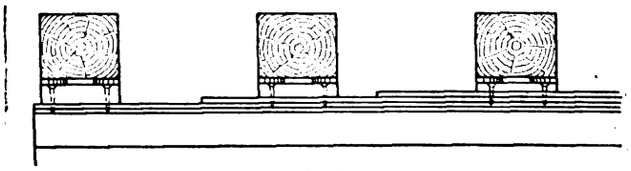


Abb. 8a.

Beachtung verdient die neuerdings durch die Reichsbahndirektion Oldenburg eingeführte Schwellenbefestigung (Abb. 9). Gegenüber der Dresdener Ausführung hat sie den Vorzug, dafs die Schwelle nicht verbohrt zu werden braucht. Zwei mit Klemmhaken versehene, senkrechte Schrauben werden beiderseits neben der Schwelle hochgeführt, oben durch eine auf die Schwelle aufgelegte Federplatte gesteckt und seitlich durch Flacheisenhaken an den Schwellenträgern festgehalten. Die Festklemmung geschieht mit Muttern, die auf den Federplatten ruhen. Die Sicherheit gegen Seitenverschiebungen der Schwellen ist nur durch die durch Anspannung verstärkte Reibung von Holz auf Eisen gewährleistet. Für starke Kurven erscheint die Befestigung nicht ausreichend.

In Abb. 10 ist ein Vorschlag des Dipl.-Ing. Neustetter, Stuttgart dargestellt. Seitlich der Schwellenträger werden an der Schwelle, unter 45° geneigt, ungleichschenklige Winkel

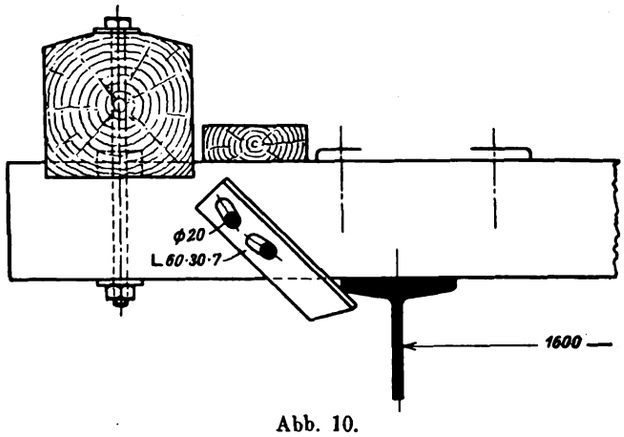


Abb. 10.

derart befestigt, dafs die Winkelenden etwas unter die Längsträger greifen und letztere an der Unterkante berühren. Die Winkel werden am Holz mit wagrechten Schrauben befestigt. Der Einbau der Schwelle geschieht, nachdem das Winkeleisen lotrecht herabhängend, an dem vorgebohrten unteren Loch angeschraubt ist. Die Schwelle kann so von oben ungehindert eingehoben werden. Durch Drehung um die untere Schwellenschraube wird dann das Winkeleisen zum Anliegen am Träger gebracht, worauf die zweite Schraube in das obere gleichfalls vorgebohrte Loch eingeführt wird. Beide Schwellenschrauben werden alsdann mit gewöhnlichen Schraubenschlüsseln angezogen. Mit Rücksicht auf das Eindrücken der Schwellen ist die Vorrichtung durch die Langlöcher in den Winkeln nachstellbar eingerichtet. Die Konstruktion ist von Trägerform und Nietköpfen unabhängig.

Eine vom Eisenbahnzentralamt vorgeschlagene Schwellenbefestigung mit 5 mm dicken Pappelholzzwischenlagen zwischen Schwellen und Schwellenträgern und gewöhnlichen Schwellenschrauben (Abb. 11) scheint nach Versuchen den Erwartungen nicht entsprochen zu haben. Der ohnehin geringe Biegungswiderstand der Schraube gegen Seitenkräfte wird durch Vergröfserung des Krafthebelarms infolge der Zwischenlage noch vergröfsert. Dementsprechend ist der seitliche Halt des Gleises ungenügend. Auf Walzträgern wird das Pappelholzplättchen zu schmal, die Holzpressung zu grofs. Die Bauart dürfte vielleicht für 17 t noch genügen, für schweren Betrieb aber kaum in Betracht kommen. Ein weiterer Nachteil des Vorschlags besteht darin, dafs beim Einziehen und Auswechseln der Schwelle die Schwellenschraube ganz herausgenommen werden mufs.

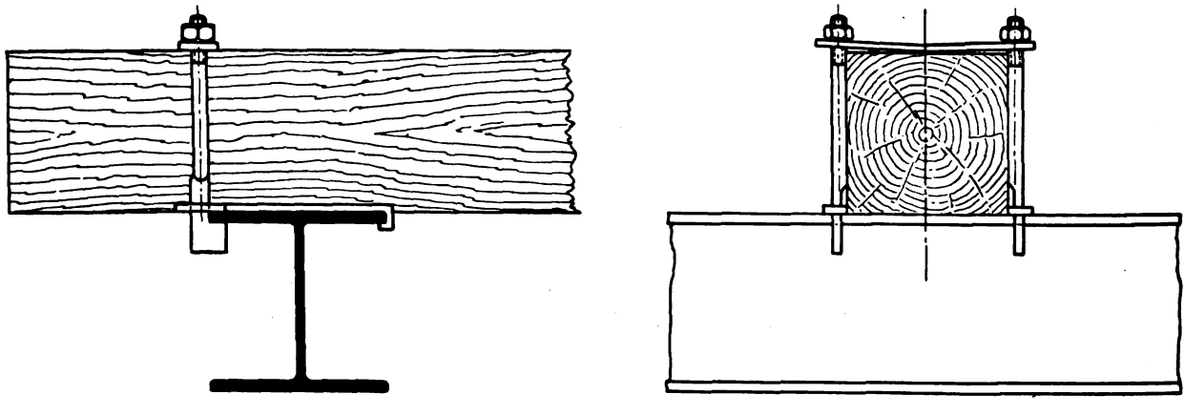


Abb. 9. Oldenburger Schwellenbefestigung.

Digitized by Google

Bei den meisten Brücken ist der Abstand der Schwellenträger gröfser gewählt worden als die Spurweite, um ein federndes Befahren zu erzielen. Für die neuen schweren Lastenzüge sollte der Schwellenträgerabstand mit Rücksicht auf die Durchbiegung der Schwellen und die mit der freien Spannweite zunehmende Schwellendicke nicht über 1,70 m gewählt werden. Bei kleinen Schwellenträgerabständen unter 1,70 m kann unbedenklich auf die Zentrierung des Schwellenauflagerdrucks verzichtet werden. Um bezüglich der Beanspruchung der Schwellenhölzer in der Auflagerfläche quer zur Faser ohne besondere Druckverteilungsplatten in den zulässigen Grenzen (rund 45 kg/cm²) zu bleiben, sind für schweren Betrieb künftig nur Hartholzschwellen vorzusehen.

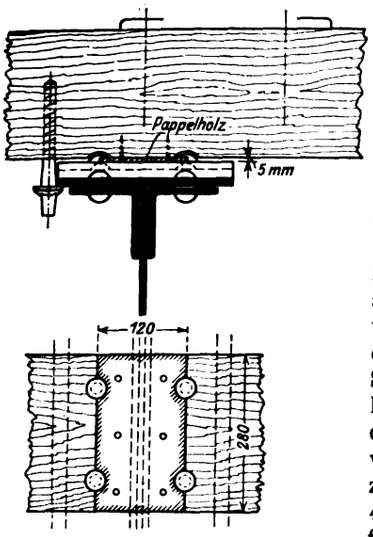


Abb. 11.
Vorschlag des Eisenbahnzentralamts.

Welche Forderungen sind nach alledem an eine gute Schwellenbefestigung zu richten?

1. Die Schwellenbefestigung mufs aus möglichst wenigen und als Massenware einfach herstellbaren Einzelteilen bestehen.

2. Das Nachstellen der Schrauben und sonstigen Klemmvorrichtungen bei Lockerungen im Betrieb mufs ohne Änderungen am Gleis oder am Belag, oder an der Eisenkonstruktion und ohne Hilfsgerüst möglich sein. Alle Teile sollen möglichst von oben sichtbar und leicht zugänglich sein.

3. Der Zweck jedes Einzelteils soll augenfällig hervortreten, so dafs die mit der Unterhaltung betrauten Beamten ohne besondere Anleitung etwaige Mängel erkennen und beheben können.

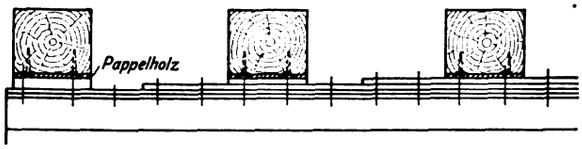


Abb. 11a.

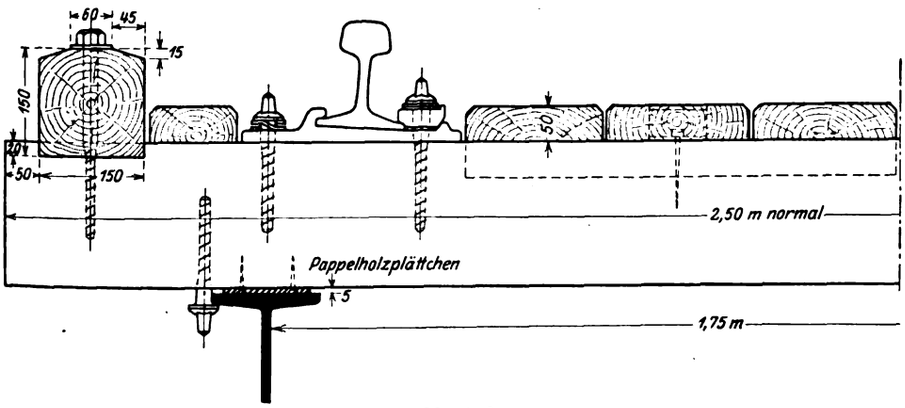


Abb. 11b.

4. Ein Herabfallen losgerüttelter Teile soll ausgeschlossen sein.

5. Die zur Befestigung der Schwellen auf den Schwellenträgern dienenden Teile dürfen mit den Schienenbefestigungsmitteln auf der Schwelle nicht zusammentreffen.

6. Die Schwellenbefestigungsmittel sollen möglichst nicht mit der Brücke vernietet werden, da die festgenieteten Teile bei Änderungen der Schwellenlage hinderlich sind.

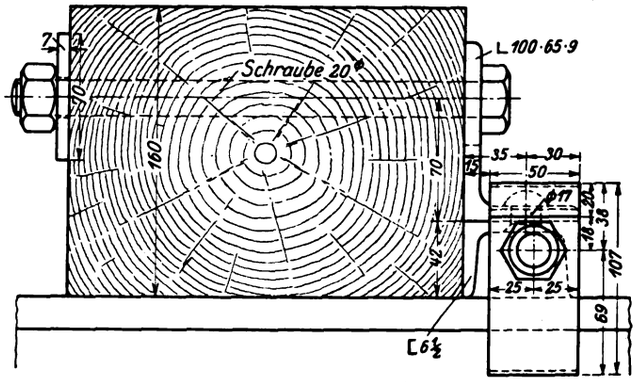


Abb. 12. Schwellenbefestigung mit Schwellenklemmwinkeln.

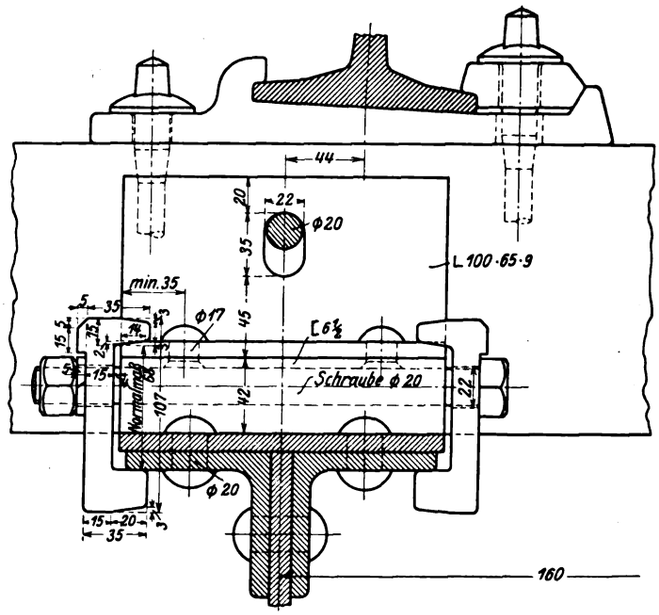


Abb. 12a.

7. Verschwächungen der Schwellenträger durch Nietlöcher und Ausbohrungen für Schrauben müssen vermieden werden.

8. Die Schwellenbefestigung mufs unabhängig von der Nietteilung zusammengesetzter Trägerprofile sein.

9. Die Schwellenbefestigung mufs den Formänderungen der Schiene, Schwelle und Brückenkonstruktion Rechnung tragen.

10. Um auf die unwirtschaftliche Einkämmung der Holzschwellen, die erfahrungsgemäfs ungenau hergestellt wird, verzichten zu können, müssen die Befestigungsmittel in der Lage sein, die Seitenkräfte mit Sicherheit zu übertragen.

11. Der Einbau, die Versetzung und Auswechslung mufs ohne Verrückungen an den Schwellen und Schienen leicht möglich sein.

12. Die Befestigung mufs den verschiedensten Trägerformen und Kraftwirkungen anpafsbar sein.

Bei der Aufstellung des in Abb. 12 dargestellten Entwurfs für eine neue Schwellenbefestigung mit »Schwellenklemmwinkeln« wurde versucht, die Vorteile des bewährten Schwellenwinkels

Digitized by Google

zu verwerten, ohne seine Nachteile mit in Kauf nehmen zu müssen. Der Schwellenwinkel, an dem die Schwellen in üblicher Weise mit wagrechter Schraube und Langloch befestigt werden, sitzt auf einem Stuhl und wird seitlich mit Klemmbacken und Schraube nach Art der Wanderklemmen an den Schwellenträger festgeklemmt. Der Schwellenwinkel kann so ohne Änderungen am Gleis, ohne Schwellenverrückung oder Gleishebung eingebaut, ausgewechselt oder versetzt werden. Je nach der Schwere des Verkehrs und der Beanspruchung der Befestigungsmittel können die Klemmwinkel auf die Brücke verteilt werden; bei leichtem Verkehr und in der Geraden wird im Winkel auf je 3 bis 5 Schwellen genügen, in Kurven und Steigungen und für schweren Verkehr kann die Befestigung jeder einzelnen Schwelle mit Klemmwinkel notwendig sein.

Durch das Anklemmen der Schwellenwinkel wird jede Verschwächung des Schwellenträgers durch Niet- oder Schraubenlöcher vermieden. Bei den für Neubauten bevorzugten Breitflanschträgern kann also gegenüber festgenieteten Schwellenwinkeln an Gewicht gespart werden. Von der Nietteilung der aus Winkeln und Blechen zusammengesetzten Längsträger ist der Klemmwinkel unabhängig. Er kann an jeder beliebigen Stelle aufgesetzt werden. Die Aussparungen für die Nietköpfe sind so grofs, dafs allen praktischen Verhältnissen Rechnung getragen ist. Die Anpassung an die verschiedenen Gurtformen geschieht durch entsprechendes Abhobeln des unteren Teils der Klemmbacken. Die Klemmwirkung beim Anziehen der zwischen den Klemmbacken eingesetzten Schraube wird dadurch erreicht, dafs der mit keilartigem Anzug versehene Oberteil des Klemmbackens auf einer entsprechend geneigten Fläche am wagrechten Winkelschenkel gleitet. Der leichte Einbau und Ausbau des Klemmwinkels ist bei allen Gleisarbeiten von Vorteil, so beim Auswechseln einzelner Schwellen, bei Schwellenverschiebungen, bei Gleisneubauten, wo durch längere Schienen oder Schienenstofsverschweifsung eine neue Schwellenteilung notwendig wird, endlich bei Brückenverstärkungen, wo Längsträger ausgebaut oder durch Gurtlamellen verstärkt werden müssen usw.

Die Kosten des Klemmwinkels sind geringer als die des bisher üblichen festgenieteten Schwellenwinkels, weil die teuere Nietarbeit wegfällt, das Aufbringen den Streckenarbeitern überlassen werden kann. Besonders vorteilhaft erscheint die Verwendung der Klemmwinkel zur Verbesserung des Oberbaus auf alten Brücken an Stelle von unzulänglichen Befestigungsmitteln. Aber auch für N-Brücken mit auf eisernen Druckstücken zentrierter Schwellenauflagerung nach dem Vorschlag der Reichsbahndirektion Dresden bei Fahrbahnlängsträgern und bei Hauptträgern ist der Klemmwinkel geeignet, weil man von der Form des Trägers, der Höhe und Breite der Druckstücke, der Nietteilung unabhängig ist und die Festhaltschraube unmittelbar über das Auflager gelegt werden kann (Abb. 12a).

Reichsoberbau und Schienenstoff.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **Diehl**, Karlsruhe.

Nach Erlafs der Hauptverwaltung vom 6. Februar 1923 E VIII 82 D 1655 sind auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn bis auf weiteres nur noch zwei Oberbaugattungen zu verlegen:

a) eine schwere Oberbauform für

N-Strecken, die in fernerer Zukunft den Verkehr mit Lokomotiven von 25 t Achsdruck zur Beförderung von Grofsgüterwagen in geschlossenen Zügen, insbesondere auf starken Steigungen, bewältigen sollen und für

E-Strecken, auf denen aus Grofsgüterwagen gebildete geschlossene Züge mit den schweren Lokomotiven jetziger Bauart oder den Einheitslokomotiven der Reichsbahn mit 20 t Achsdruck befördert werden sollen und die auch mit mehreren hintereinandergestellten schweren Lokomotiven befahrbar sein müssen und

b) eine leichtere Oberbauform für

G-Strecken, auf denen Züge, bestehend aus einzelnen Lokomotiven mit 20 t Achsdruck und gewöhnlichen Wagen von 3,6 t/m Gewicht verkehren sollen und die auch mit einzelnen oder höchstens zu zweien gekuppelten Grofsgüterwagen befahrbar sein müssen.

Schon im Jahre 1925 wurde demgemäfs mit dem Umbau der Hauptstrecken auf den erstgenannten Oberbau mit 49 kg/m schweren Schienen begonnen; gleichzeitig damit wurde auch die Bettung für die höheren Verkehrslasten instandgesetzt und insbesondere Hartsteinschotter in gröfserem Umfang als bisher dazu beigezogen. Dafs die Brückenverstärkungen damit Hand in Hand gehen, ist bekannt.

Gegenüber diesen umfangreichen Verbesserungsplänen für den gesamten Schienenweg fällt auf, dafs die erst kürzlich ausgegebenen Vorschriften für die Stoffgüte der Schienen und für die Prüfung dieser in der Hauptsache die gleichen geblieben sind wie bisher. Als Mafstab für die Zähigkeit dient die Schlagprobe und der Zerreifsversuch. Hierbei soll die Zugfestigkeit für das Quadratmillimeter des ursprünglichen Querschnitts für gewöhnliche Schienen und Zungenschienen mindestens 60 kg und für härtere Schienen für Weichen mindestens 70 kg betragen wie seit Jahren schon. An Stelle der Zerreifsprobe kann die Kugeldruckprobe treten. Die Schienen S 49 sind auch bis jetzt nach diesen Vorschriften beschafft worden. Hierin liegt zweifellos ein Widerspruch.

Schon vor dem Krieg, während desselben und auch jetzt wieder klagen viele Dienststellen, insbesondere die Bahnmeister, darüber, dafs der Schienenstoff zu weich sei und sich zu rasch abnütze. Dies trifft vorzugsweise zu bei Strecken, wo Lokomotiven mit hohen Raddrücken, vor allem schwere Güterzugslokomotiven mit kleinen Rädern verkehren. Die Beobachtung stimmt überein mit den Ergebnissen, die auf Grund der jahrzehntelangen, umfangreichen und eingehenden Versuche des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen erzielt und in der Schienenstatistik niedergelegt sind. Hiernach zeigt sich, dafs Versuchsstrecken, die von Lokomotiven mit Raddrücken $= > 8$ t befahren werden, gegenüber solchen mit geringeren Radlasten bei gleicher Gesamtbruttolast weit gröfsere Schienenabnützung aufweisen, und zwar gilt dies für alle Schienenstahlsorten und für Versuchsstrecken verschiedener Verwaltungen. Diese Versuche bezogen sich in der Hauptsache auf Schienen mit 60 kg/qmm Mindestfestigkeit, wie sie in den neuen Lieferbedingungen ebenfalls vorgeschrieben ist.

Auch die Beobachtungen, die im Bereich der Reichsbahndirektion Karlsruhe über Riffelbildung gemacht wurden*), führen zu ähnlichem Ergebnis, wenn man beachtet, dafs die Riffelbildung neben dynamischen Einflüssen und neben etwaigen Erzeugungsunregelmäfsigkeiten der Schienen mit auf eine Überschreitung der Materialbeanspruchung im Berührungspunkt zwischen Rad und Schiene zurückgeführt werden darf. Es ergab sich hier, dafs die Riffelbildung nur selten oder in geringem Mafse auftritt auf solchen Strecken, die nur von leichten Zügen, insbesondere Personenzügen, befahren werden, dafs sie aber auf Strecken mit gemischtem Verkehr oder reinem Güterverkehr mit schweren, kleinräderigen Lokomotiven sich verhältnismäfsig stark zeigt.

Man kann demnach folgern, dafs für Raddrücke bis zu 7,5 t oder 8 t die Schienen mit der Gütevorschrift von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit sowohl in Martin- wie Bessemer und Thomasqualität den Anforderungen bezüglich Abnützungswiderstand

*) Stahl und Eisen 1924, Seite 1148.

Digitized by Google

vollauf genügen, dafs aber höhere Raddrücke, insbesondere zusammen mit kleinen Raddurchmessern, unbedingt auch Schienen höherer Festigkeit als bisher verlangen, wenn nicht eine vorzeitige Auswechslung und damit eine unwirtschaftliche Gleisunterhaltung eintreten soll.

Auf Grund dieser allgemeinen Beobachtungen sind schon vor dem Krieg und später verschiedentlich Versuche mit sogenanntem »verschleifsfestem« Stahl gemacht worden mit zum Teil gutem, zum Teil aber nicht befriedigendem Ergebnis; jedenfalls ist die Aufgabe, einen genügend verschleifsfesten Schienenstahl zu finden, mit diesen Versuchen nicht gelöst worden. Die Schwierigkeit liegt zum Teil darin, dafs die Beziehung zwischen Abnützungswiderstand und Stoffbeschaffenheit ziemlich verwickelter Art ist. Die bereits erwähnten Versuche des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen haben wohl allgemein ergeben, dafs die Abnützung zuzunehmen scheint mit der Zunahme der Eindrucktiefe bei der Kugeldruckprobe, der Querschnittsverminderung bei der Zerreifsprobe und der bleibenden Durchbiegung bei der Schlagprobe, ferner, dafs sie abzunehmen scheint mit der Zunahme der Härte, der Streckgrenze und der Zugfestigkeit. Aus den eingehenden Versuchen und Berichten über die Prüfung der Abnützung von Eisen und Stahl bei rollender Reibung ohne Schmiermittel, die von der Eisenhüttenindustrie vorgenommen wurden*), ist mit Bezug auf die vorliegende Frage folgendes besonders hervorzuheben: Mit steigendem Anprefsdruck wächst bei perlitreichem Stahl der Verschleifs; bei ferritreichem Stahl wirkt die eintretende Kalthärtung verschleifsmindernd. Mit steigendem Schlupf wächst der Verschleifs (Bremsstrecken!); dagegen nimmt der Verschleifs ab mit steigenden Werten der Härte und des Reinheitsgrades.

Den spezifischen Flächendruck, der an der Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene auftritt und dessen Höhe das Mafs der Abnützung stark beeinflufst, kann man annähernd rechnungsmäfsig ermitteln, wenn man zur Vereinfachung die Radbandage als Zylinderfläche und die Schienenkopffläche als Ebene voraussetzt. Wenn P diesen Druck in Kilogramm, E den Elastizitätsmodul, r den Halbmesser des Laufkreises in Zentimetern und l die Breite des Bandes bedeutet, auf welche Schienenkopf und Bandage sich berühren, so erhält man nach der Herzschen Formel:

$$\sigma = 0{,}42 \sqrt{\frac{P.E}{l.r}}$$

Da hiernach das Verhältnis P:r mafsgebend ist, wirken die hohen Raddrücke von Schnellzuglokomotiven nicht so ungünstig wie diejenigen von schweren Güterzuglokomotiven oder auch von Grofsraumgüterwagen.

Das Verhältnis P:r hat für verschiedene Lokomotiven folgenden Wert:

a) Frühere badische Schnellzuglokomotiven:

$$\text{II a}: \frac{7400}{93} = 80, \quad \text{II c}: \frac{7700}{105} = 73, \quad \text{II d}: \frac{8350}{105} = 80;$$

b) Frühere badische Güterzuglokomotiven:

$$\text{VIII c}: \frac{7250}{63} = 115;$$

c) Zur Zeit in Dienst stehende Lokomotiven:

$$\text{P 35.14}: \frac{7000}{80} = 88, \quad \text{S 36.16}: \frac{8300}{90} = 92, \quad \text{P 35.17}: \frac{8500}{87{,}5} = 97,$$

$$\text{Pt 35.14}: \frac{7250}{74} = 98, \quad \text{Pt 37.17}: \frac{8500}{82{,}5} = 103, \quad \text{Pt 35.16}: \frac{8400}{80} = 105,$$

$$\text{G 33.13}: \frac{6850}{61} = 112, \quad \text{P 46.19}: \frac{10000}{87{,}5} = 114, \quad \text{G 45.16}: \frac{8000}{67{,}5} = 118,$$

$$\text{G 56.17}: \frac{8500}{70} = 121, \quad \text{Gt 55.17}: \frac{8500}{67{,}5} = 126.$$

Für eine Lokomotive mit 25 t Achsdruck und 1,40 m Triebraddurchmesser erhielte man:

$$\frac{P}{r} = \frac{12500}{70} = 179.$$

Hohe Werte von $\frac{P}{r}$ werden hauptsächlich von schweren Güterzuglokomotiven erreicht; bei 25 t Achsdruck steigt der Wert aufserordentlich hoch und damit auch der Flächendruck σ. Mit E = 2200000, mit $\frac{P}{r}$ = 80 bis 180 und mit l = 1, 2 und 3 cm erhält man folgende Werte für σ:

P:r =	80	90	100	110	120	130	140	150	180
l = 1	5560	5900	6220	6530	6820	7090	7360	7620	8350
l = 2	3940	4170	4400	4620	4830	5020	5200	5390	5900
l = 3	3210	3410	3590	3770	3940	4100	4250	4400	4820

kg/cm²

Die so errechneten Zahlen stimmen verhältnismäfsig gut überein mit vorgenommenen Messungen für die Lokomotivgattungen G 12 (G 56.17) und P 10 (P 46.19) mit 8,5 t bzw. 10 t Radlast; es ergab sich dabei ein Flächendruck von 4200 kg/qcm bzw. 5000 kg/qcm*).

Die Streck- oder Quetschgrenze, die bei Schienenstahl von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit bei etwa 3300 bis 3500 kg/qcm liegt, wird also sowohl rechnungs- wie versuchsmäfsig bei einem Teil des Materials, wenn auch nur in der äufsersten Oberflächenzone, erheblich überschritten und dadurch eine bleibende Formänderung hervorgerufen. Wie weit die Wirkung in die Tiefe geht, ist von der Zuggeschwindigkeit abhängig; mit der Erhöhung dieser sinkt die Tiefenwirkung.

Ein Schienenstahl von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit genügt demnach im allgemeinen nicht mehr für die höheren Radlasten. Die Notwendigkeit, zu einem härteren, insbesondere verschleifsfesteren Stahl überzugehen, ist zwingend; die bisher aus rein statischen Rücksichten durchgeführte Verstärkung des Gleises allein genügt nicht.

In Erkenntnis dieser Tatsachen haben verschiedene aufserdeutsche Eisenbahnen, vor allem amerikanische, bei denen jetzt schon Radlasten bis fast 15 Tonnen vorkommen, dann auch schwedische, norwegische und südafrikanische Bahnen, höhere Mindestfestigkeiten vorgeschrieben; meist wird 70 und 75 kg Mindestfestigkeit verlangt. Die höhere Festigkeit wird in der Regel hauptsächlich durch einen etwas höheren Kohlenstoffgehalt erreicht.

Welche Anforderungen sollen an den Schienenstoff, der den jetzigen hohen Raddrücken besser widerstehen soll, nun gestellt werden? Da, im Einklang mit den Erhebungen der Schienenstatistik sowohl die Quetschgrenze als auch die Bruchfestigkeit selbst für die Gröfse des Verschleifswiderstands mafsgebend ist, sollte im Hinblick auf den errechneten und durch vorgenannte Versuche ermittelten Flächendruck die Quetschgrenze auf allermindestens 45 kg/qmm, besser auf 50 kg/qmm festgelegt werden. Eingehende Versuche erster Hüttenwerke haben ergeben, dafs auch im Thomasverfahren sehr wohl ein Stahl hergestellt werden kann, dessen Quetschgrenze bei wenigstens 60% der Bruchfestigkeit, z. T. noch höher, liegt; diese selbst sollte also allermindestens 75 kg/qmm betragen, entsprechend einer Mindesthärte von 208 Brinellbetragen, entsprechend einer Mindesthärte von 208 Brinelleinheiten. Eine obere Grenze für die Festigkeit scheint ratsam; viel über 85 kg/qmm sollte man dabei nicht hinausgehen, weil sonst Gefahr besteht, dafs die Schienen die Schlagprobe, bei der 80 mm Mindestdurchbiegung auf 1 m Länge erwünscht

*) Stahl und Eisen 1924, Heft 17, sowie Mitteilungen des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Nr 74.

*) Vortrag von Generaldirektor Canaris über „Thomasstahl als Baustoff für Schienen". Sonderdruck von Stahl und Eisen, Düsseldorf.

Digitized by Google

erscheinen, nicht aushalten. Wenn auch eine Dehnung nicht mehr vorgeschrieben ist, sollte ein Mafs von 8%, besser noch 10% erreicht werden. Im Hinblick auf die grofse Bedeutung der Verschleifsfestigkeit liegt die Frage nahe, ob in die Lieferungsbedingungen nicht überhaupt eine Prüfung auf Verschleifswiderstand in irgend einer Form aufgenommen werden sollte.

Bei der vorliegenden Frage spielt auch die Festigkeit und Härte der Radreifen mit. Soweit dem Verfasser bekannt, werden für Wagen Radreifen mit einer Festigkeit von 50 bis 60 kg/qmm, für Lokomotiven solche von 70 bis 80 kg/qmm vorgeschrieben. Hier ist man also mit dem Baustoff den Raddrücken schon eher gefolgt. Um so mehr scheint dies bei den Schienen am am Platze zu sein.

Was die Kostenfrage angeht, so ist klar, dafs die Herstellung eines härteren Schienenstahls, der derartig scharfen Güteproben unterworfen wird und dessen höchstzulässige Festigkeit auch begrenzt ist, teurer werden wird als bisher. Die Verwendung ist aber immer noch wirtschaftlich, wenn der Verschleifswiderstand im gleichen Mafse wie der Preis steigt, weil die Kosten für vorzeitigen Ausbau der Schienen gespart werden; damit geht zugleich eine Verminderung der betrieblichen Schwierigkeiten beim Umbau und eine Verringerung der Betriebsgefahr Hand in Hand. Ferner ist zu beachten, dafs einem Stahl mit höherer Streckgrenze und Bruchfestigkeit wiederum höhere Lasten in statischer Beziehung zugewiesen werden können.

Das Umfüllen des Prefsgases.

Von Reichsbahnoberrat **Pontani**, Breslau.

Die Kosten des Ölprefsgases für die Personenwagenbeleuchtung setzen sich aus den Erzeugungskosten, den Prefskosten und den Kosten für die Verteilung zusammen. Die ersten sind durch den Vertrag mit der Firma Pintsch festgelegt, die Prefskosten hängen von dem Anlagenanteil, der Bedienung und den Strom- bzw. Dampfkosten ab. Diese Kosten werden nur geringen Änderungen unterworfen sein und lassen sich schwerlich herabsetzen. Bei Steinkohlengas betragen sie etwa 6 bis 7 Pfg. m³. Die Verteilung des Gases ist in der Hauptsache bedingt durch die Füll- und Umfülleinrichtungen in der Gasanstalt und an den Zugbildungsbahnhöfen und von der Ausnutzung des vorhandenen Kesselwagenparks und den Beförderungskosten abhängig.

Die Kosten für die Verteilung des Gases sind bisher zu hoch gewesen. Aus Anlafs des Überganges zur Ölprefsgasbeleuchtung ist der Versuch gemacht worden, sie auf ein Mindestmafs herabzusetzen, wie nachstehend dargestellt.

Bekanntlich wird das Prefsgas von den Gaserzeugungsstellen mittels Kesselwagen bei 10 bis 15 at Druck den Zugbildungsbahnhöfen in einem bestimmten Umlaufplan zugeführt und dort entweder in ortsfeste Kessel oder sofort in die Gasbehälter der Personenwagen übergeführt. Die Gasbeförderungskosten stellen sich nach bekannten Ermittlungen (Güterbeförderungsvorschriften) zu 0,25 ℳ für das Wagenkilometer Hin- und Rückfahrt. Also z. B. für einen Kesselwagen von 44 m³ Inhalt und 15 at Druck = 660 m³ Gas auf $\frac{0{,}25}{660} = 0\,000\,376$ ℳ/m³. Ist z. B. der Übergabepreis des Gases 0,50 ℳ einschliefslich Prefskosten, so stellt er sich an der für durchschnittliche Verhältnisse zutreffenden Entfernung von 70 km auf $0{,}50 + 0\,000\,376 \,.\, 70 = 0{,}552$ ℳ ohne persönliche Kosten. Es ist hierbei angenommen, dafs die beförderte Gasmenge an der Umfüllstation tatsächlich vollständig abgegeben wird; wird ein Teil des Gases wieder zurückbefördert, so verteuert sich der Preis für die wirklich beförderte Menge entsprechend.

Wenn das Umfüllen durch einfaches Überströmen geschieht, so entleert sich der Kesselwagen nur so weit, bis Druckausgleich erfolgt ist. Es habe z. B. der Kesselwagen anfänglich einen Druck von 15 at bei 44 m³ Inhalt, während die ortsfesten Kessel auf mehreren zu versorgenden Bahnhöfen, die einen Inhalt von je 10 m³ bei 10 at zulässigen Druck haben mögen, bis auf 4 at geleert sind. Ein anderer Wagenumlauf versorge 2 Bahnhöfe mit grofsem Gasbedarf. Die ortsfesten Kessel seien auch nur 10 m³ grofs bei 10 at zulässigem Druck. Im ersten Falle würde der Ausgleich auf dem ersten Bahnhofe, dessen Kessel nur bis 10 at gefüllt werden darf, zu einem Drucke von 13,65 at führen, beim zweiten sinkt er auf 12,2 at, beim dritten auf 10,85, beim vierten auf 9,5, beim fünften auf 8,6 und beim sechsten auf 7,3 at, wenn es überhaupt noch lohnen sollte, mit diesem Druck weiter zu arbeiten. Mit diesem Inhalt fährt der Kesselwagen zur Gasanstalt zurück. Er hat also fast die Hälfte seiner Füllung vergeblich befördert. Zu manchen Bahnhöfen wird man in einer Woche mehrmals hinfahren müssen, es sind also manche Doppelfahrten in Kauf zu nehmen, die die Gasverteilung verteuern. Bei dem zweiten Beispiel verläfst der Gaskesselwagen den Zugbildungsbahnhof mit möglichst niedrigem Druck wie oben. Man erkennt, dafs der Kesselwagen vielfach zwischen den beiden Bahnhöfen hin- und herlaufen mufs, um den Gasbedarf zu decken. Es liegt auf der Hand, dafs die Kesselwagen um so öfter zwischen der Gasanstalt und den Zugbildungsbahnhöfen verkehren müssen, und um so weitere Wege machen müssen, je gröfser das Mifsverhältnis zwischen dem Inhalt des Kesselwagens und dem auf den Bahnhöfen zur Verfügung stehenden Kesselraum ist. Sollen die Verkehrswege der Gaskesselwagen eingeschränkt werden, so ist der Kesselraum auf den Bahnhöfen und auf dem Gaswagen in Einklang zu bringen. Der Inhalt der Gasbehälter ist auch abhängig vom Druck, dieser ist also ebenfalls zu berücksichtigen. Als Mafsstab für die Bemessung des Kesselraumes wird man, da man Wagenumlaufpläne auf eine Woche einrichtet, den Wochenbedarf an Gas wählen. Es ist ferner, wie obige Beispiele zeigen, selbstverständlich, dafs man das Gas nicht blofs überströmen läfst, sondern mit Pumpen überfüllt, um am ortsfesten Kessel den zulässigen Druck auch auszunutzen, und um kein Gas zurückzubringen, d. h. doppelt zu befördern. Wenn der Kesselwagen aus dem obigen Beispiel seinen ganzen Inhalt abgegeben hätte, und leer bzw. nur mit Atmosphärendruck zurückgekommen wäre, so würde das Kubikmeter Gas nur 0,526 ℳ kosten. Das erreicht man dadurch, dafs man Überfüllpumpen aufstellt überall dort, wo sie notwendig sind. Bei entfernt liegenden Bahnhöfen mit kleinem Gasbedarf kann man auf Pumpen verzichten. Man würde sie versorgen, solange der Gaskessel noch hohen Druck hat. In Bezirken, wo die Bahnhöfe bereits in überwiegender Zahl mit Pumpen ausgerüstet sind, wird man dieses System beibehalten. In anderen Fällen kann man den Gaskesselwagen mit festen, elektrisch betriebenen Pumpen versehen. Geeignete Konstruktionen werden z. Zt. von verschiedenen Firmen durchgebildet. Bedenken, die man früher wegen Funkenbildung und Explosionen hatte, werden dabei berücksichtigt. Voraussetzung für eine solche Einrichtung ist, dafs man auf allen berührten Bahnhöfen die gleiche Stromart und Spannung hat. Manche Direktionsbezirke streben dies seit längerer Zeit an. Als die gängigste Antriebsform gilt Drehstrom von 220 Volt Spannung. Wo andere Spannungen und Antriebsformen bestehen, kann man den Wagenumlauf so legen, dafs ein Kesselwagen nur Bahnhöfe gleicher Antriebsform berührt. Mangel an Barmitteln wird hier und da dazu führen, alte Lokomotivluftpumpen zu wählen. Das bedingt natürlich die Stellung einer Lokomotive für die Umfüllzeit und verteuert die Gasverteilung.

Die Pläne müssen ferner so eingerichtet sein, dafs alle Wagen mit bequemen Zwischenräumen bei der Anwesenheit in

Digitized by Google

der Gasanstalt gefüllt werden können. Das wird dadurch erleichtert, dafs man den Kesseln an der Gasanstalt möglichst grofsen Inhalt und Druck gibt. Dann können die Gaswagen zum gröfsten Teil durch Überströmen aus den Vorratkesseln gefüllt werden, wozu weniger Zeit gebraucht wird, als wenn das Gas unmittelbar in den Wagenbehälter gepreft wird; und die Füllzeit ist nur zum kleinen Teile von der Leistung der Pumpen abhängig.

Nach diesen Überlegungen ist ein neuer Gasumlaufplan für die R. B. D. Breslau aufgestellt worden. Er beruht auf der Voraussetzung, dafs alle Zugbildungsbahnhöfe und auch die Gaserzeugungsanlagen genügenden Kesselraum mit geeignetem Druck haben, dafs ferner alle Abfüllstellen mit Umfüllpumpen, wo sie nötig sind, und, soweit erforderlich, auch die Gaskesselwagen mit Umfüllpumpen versehen werden. Es werden danach statt 35 Gaskesselwagen nur noch 18 gebraucht. Die Zahl ist sehr vorsichtig angenommen, und wird, wenn sich die neue Anordnung erst eingelaufen hat, wahrscheinlich noch herabgesetzt werden können. Es laufen dann nur noch Gaswagen von 44 m^3 Inhalt und 15 at Druck, abgesehen von der Bedienung kleiner in einzelnen Plänen zusammengefafster Stationen, wo der hohe Druck doch nicht ausgenutzt werden könnte. Die freiwerdenden Gaskessel werden von den Wagenuntergestellen heruntergenommen, um den ortsfesten Kesselraum auf den Zugbildungsbahnhöfen bis auf den Wochengasverbrauch zu vervollständigen. Die Wagenuntergestelle können weitere Verwendung als Arbeitswagen finden. Mehrere kleine Kessel mit mindestens 10 at Druck sind auf den Bahnhöfen günstiger als ein grofser Kessel, dessen Inhalt man bei gesunkenem Druck nicht mehr ausnutzen kann, wenn einzelne Wagen oder Wagenzüge eines höheren Druckes bedürfen.

Es mufs ganz vermieden werden, dafs die Gaskesselwagen Aufenthalt auf den Bahnhöfen nehmen, um dort unmittelbar in die Personenwagen einzufüllen, weil damit stets grofse Aufenthalte verbunden sind und der Kesselwagen nicht ausgenutzt wird. Man wird erst noch Erfahrungen darüber sammeln, welche Gasmengen jetzt gegenüber dem Steinkohlengas zu behandeln sind, ob z. B. 60 oder 65 % der früheren Menge. Indessen wird das an den aufgestellten Grundlinien kaum etwas ändern.

Die Kosten der Umstellung für den vorliegenden Fall sind die folgenden: Für den Einbau eines Gassammelkessels auf einem Bahnhofe sind erforderlich:

Sammelkesselhäuschen	380,— ℳ
Unterbau des Kessels	150,— »
100 m Rohrleitung je 6,— ℳ = ...	600,— »
Vier Abfüllständer je 150,— ℳ = ...	600,— »
Für den Abbau eines Kessels vom Wagen . .	70,— »
zusammen	1800,— ℳ

Für den Einbau von Kesseln mit Rohrleitungen usw. auf 21 Bahnhöfen sind daher erforderlich:

21 . 1800 = 37 800,— ℳ, rund 38 000,— ℳ

Diesen Ausgaben stehen folgende Vorteile gegenüber: Es können insgesamt zehn Gaskesselwagen mit einem Anschaffungswert von 85 250,— ℳ zur Verfügung gestellt werden. Aufser diesen Gaskesselwagen werden noch ihre Unterhaltungskosten von etwa 10 . 100 = 1000,— ℳ jährlich erspart. Die im Betriebe bleibenden Gaskesselwagen werden besser ausgenutzt, da es bisher vorkam, dafs einzelne Wagen bis zu vier und fünf Wochen zum Füllen auf den Bahnhöfen blieben.

Ferner kann die Neubeschaffung von Gaswagen künftig erheblich eingeschränkt werden.

Die neue Gasverteilung wird durch den Übersichtsplan und einen Umlaufplan (Abb. 1 und 2) erläutert. Der Vergleich mit der früheren Verteilungsart zeigt die eintretende Vereinfachung und Ersparnis: Der Umlaufplan wird nicht das ganze Jahr hindurch der gleiche sein, sondern nach dem Gasverbrauch wechseln. Es wird ein Plan für den Winter, ein zweiter für die Übergangszeit und ein dritter für den Sommer auszustellen sein. Dadurch verringert sich auch der Bestand an Bereitschaftswagen. Die Aufstellung zeigt die nötig werdende Umstellung der Gasbehälter für einen Teilbezirk.

Zusammenfassend sind nachstehend die Gesichtspunkte für die Gasverteilung aufgezählt:

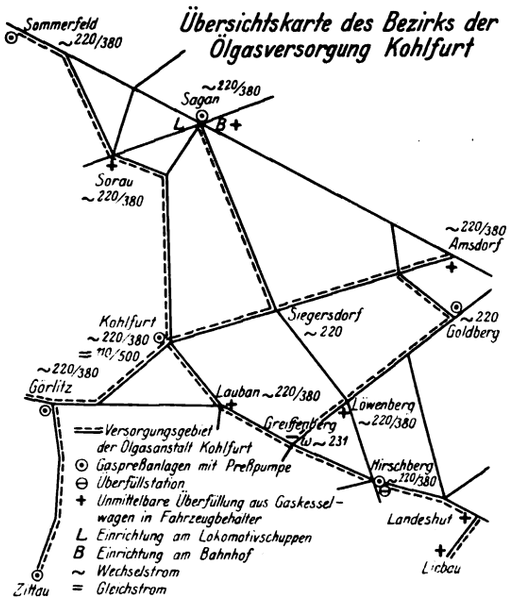


Abb. 1.

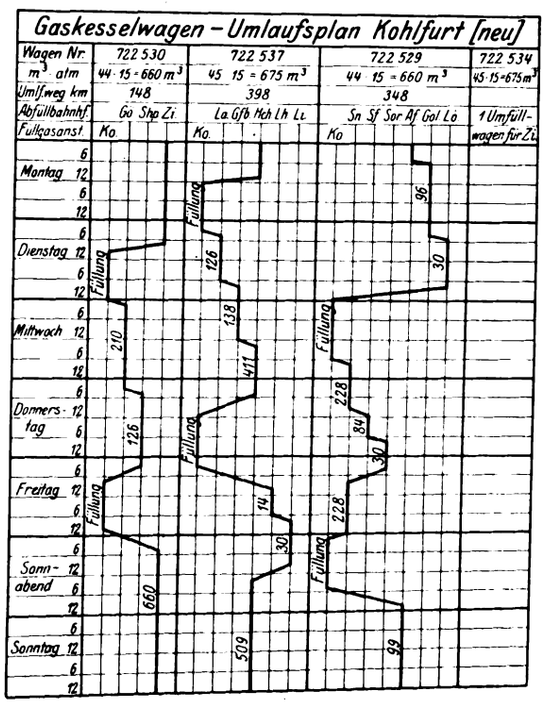


Abb. 2.

1. Das Füllen der Gaskesselwagen an der Ölgasanstalt soll möglichst gleichmäfsig und ununterbrochen stattfinden.
2. Das Entleeren auf den Zugbildungsbahnhöfen mufs in kürzester Zeit geschehen.
3. Es müssen möglichst viele Bahnhöfe mit einem Wagen versorgt werden.
4. Der Gaskesselwagen soll soweit möglich kein Gas mehr zurückbringen.

Digitized by Google

Übersicht über vorhandenen und noch benötigten Gaskesselraum auf den Zugbildungsstationen des Bezirks Kohlfurt.

Zugbildungsbahnhöfe	Wöchentlich benötigte Gasmenge m³	Vorhandener Gaskesselraum m³	Benötigter Gaskesselraum m³	Neu zu beschaffender Gaskesselraum m³	Vorhandene Gaswagenkessel Nr.	Stück	l . at	m³	Bemerkungen
Schlauroth . . .	126	—	126	126	722513	1	11,33 . 12	135,96	—
Lauban	126	—	126	126	722513	1	11,33 . 12	135,96	—
Greiffenberg . . .	138	—	138	138	722504	2	7,5 . 10	150,00	—
Hirschberg . . .	920	314,4	460	146	722513 722504	1 1	11,33 . 11 7,5 . 10	210,96	Füllt zweimal
Landeshut . . .	14	—	14	14	722501	1	5,46 . 10	54,60	—
Liebau	30	—	30	30	722501	1	5,46 . 10	54,60	—
Sagan	455	150	228	78	722506	1	9 . 10	90,00	Füllt zweimal
Sorau	30	—	30	30	722501	1	5,4 . 10	54,60	—
Arnsdorf	99	—	99	99	722503	2	5,4 . 10	108,00	—
Goldberg	96	81	96	15	722503	1	5,4 . 10	54,00	—
Löwenberg . . .	30	—	30	30	722509	1	9 . 10	90,00	—

5. Der Gaskesselwagen berührt einen Bahnhof jede Woche möglichst nur einmal.

Zur Durchführung dieser Gesichtspunkte wären folgende Anordnungen zu treffen:

1. An der Gasanstalt soll genügender Füllraum (nur grofse Kessel mit 15 at Druck) vorhanden sein.

2. Alle Zugbildungsbahnhöfe sind mit Kesselraum für den Wochengasbedarf zu versehen.

3. Überall sind Abfülleinrichtungen zum schnellen Füllen und Umfüllen einzurichten, wo man nicht schon durch Überströmenlassen bei starken Gröfsen- und Druckunterschieden zwischen dem Wagen und ortsfesten Kessel die Füllung erreichen kann und Betriebskosten spart.

Diese Forderungen können erfüllt werden:

1. Durch einen entsprechenden Umlaufplan, welcher
2. eine grofse Zahl von Kesseln freimacht, die
3. als 15 at-Kessel in den Gasanstalten und
4. als 10 bis 12 at-Kessel auf den Zugbildungsbahnhöfen aufgestellt werden;
5. durch Ausrüstung der Bahnhöfe mit Umfüllpumpen und Umfülleitungen;
6. durch Ausrüstung einzelner Kesselwagen mit elektrisch angetriebenen Pumpen.

Querverschiebung geschweifster Gleiskurven.

Von Regierungsbaumeister **Wattmann**.

Im Anschlufs an den Aufsatz des Verfassers in Heft 7 1925 dieser Zeitschrift über Schienenschweifsung im Eisenbahnbau sei im folgenden die dort nur flüchtig berührte Frage erörtert, ob und inwieweit in den Kurven geschweifster Gleise durch Querverschiebung eine Betriebsgefährdung eintreten kann.

Zunächst sei die Querverschiebung einer durchgehend geschweifsten Gleiskurve unter der Einwirkung einer Temperaturänderung unter der Voraussetzung berechnet, dafs Anfangs- und Endpunkt der Kurve festliegen. Angenommen, es verlängere sich (vergl. Abb. 1) l um dl, während s unverändert bleibt, und es sei die sich neu ausbildende Kurve ebenfalls ein Kreis, so erfahren die Gröfsen h, r und φ gleichfalls kleine Veränderungen dh, dr und dφ.

Man kann annehmen, dafs dl, dr, dφ, dh im Verhältnis zu l, r, φ und h sehr kleine Gröfsen sind, und es erscheint daher zulässig, für die Berechnung die Gesetze der Differentialrechnung zugrunde zu legen.

Die Beziehungen zwischen s, l, r, φ, h sind durch folgende Gleichungen gegeben (siehe Abbildung)

$$2\,r\varphi = l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

$$\sin\varphi = \frac{s}{2\,r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

$$h = r\,(1 - \cos\varphi) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

Differenziert man diese drei Gleichungen nach den Variablen r, φ, l und h, während s als Konstante angenommen wird, so erhält man drei Gleichungen zwischen den Gröfsen dr, dφ, dl, dh. Eliminiert man aus diesen drei Gleichungen dr und dφ, so bekommt man eine Gleichung zwischen dh und dl und erhält dh, das ist die Querverschiebung der Kurve, als Funktion der Längenänderung dl der Bogenlängen l.

Die Durchführung des vorstehend skizzierten Rechnungsganges ergibt sich wie folgt:

Die Gleichungen 1) bis 3) nach φ, r, l, h differenziert ergeben:

$$2\,r\,d\varphi + 2\,\varphi\,dr = dl \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

$$2\,r\cos\varphi\,d\varphi + 2\sin\varphi\,dr = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

$$dh = (1 - \cos\varphi)\,dr + r\sin\varphi\,d\varphi \quad \ldots\ldots \quad 6)$$

Betrachtet man in den Gleichungen 4) und 5) dr und dφ als Unbekannte und löst hiernach die Gleichungen auf, so folgt

$$dr = dl\,.\,\frac{\cos\varphi}{2\,(\varphi\cos\varphi - \sin\varphi)} \quad \ldots\ldots \quad 7)$$

$$d\varphi = dl\,.\,\frac{\sin\varphi}{2\,r\,(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi)} \quad \ldots\ldots \quad 8)$$

und bei Einsetzung dieser Werte von dr und dφ in Gleichung 6)

$$dh = \frac{1 - \cos\varphi}{2\,(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi)}\,.\,dl \quad \ldots\ldots \quad 9)$$

Ist die Verlängerung dl die Folge einer Temperaturänderung von t Grad C, so ist dl = 0,000011 t . l. Nach Gleichung 1) ist l = 2 r φ also dl = 0,000011 t . 2 r φ. Dieses in die obige Gleichung 9) eingesetzt, ergibt:

$$dh = 0{,}00011\,.\,tr\,.\,\frac{\varphi\,(1 - \cos\varphi)}{\sin\varphi - \varphi\cos\varphi} \quad \ldots \quad 10)$$

Berechnet man den Ausdruck $\frac{\varphi\,(1 - \cos\varphi)}{\sin\varphi - \varphi\cos\varphi}$ für verschiedene Winkel, so ergibt sich, dafs er bis $\varphi = 60^0$ nahezu konstant = 1,5 ist (siehe Fufsnote). Demnach

$$dh = 0{,}000011\,tr\,.\,1{,}5 = 0{,}0000165\,.\,t\,.\,r.$$

Es zeigt sich überraschenderweise, dafs dh unabhängig von φ und nur abhängig von r ist. Das würde bedeuten, dafs bei

Digitized by Google

gegebenem Krümmungsradius der Gleiskurve die Querverschiebung durch Wärme bei jeder beliebigen Bogenlänge stets die gleiche bleibt. Die Formel

$$dh = 0{,}0000165 \,.\, t \,.\, r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 11)$$

erlaubt nun ohne weiteres, die Querverschiebung eines geschweifsten Gleisbogens bei wechselnder Temperatur zu berechnen. Es bleibt dabei aber zu beachten, dafs die Ergebnisse um so ungenauer werden, je gröfser t ist, weil dann die Voraussetzung der ganzen Rechnung, nämlich, dafs die Längenänderung dl der Schiene verschwindend klein gegen die übrigen Abmessungen des Bogens l, s, r, h ist, immer weniger zutreffend ist.

Es soll nun berechnet werden, inwieweit sich Temperaturerhöhungen geschweifster Gleiskurven in Querverschiebungen auswirken werden, wenn, wie dieses in Wirklichkeit immer der Fall sein wird, diesen Querverschiebungen durch die Lagerung der Schwellen in der Bettung erhebliche Widerstände entgegengesetzt werden.

Es sei F der Querschnitt der Schienen in qcm und t′ eine Temperaturerhöhung in Grad Celsius, bei welcher ein gröfster Querschub p kg auf dem laufenden Gleis der Kurvenschienen auftritt, den das Bettungsmaterial noch gerade aushält, bei dessen Überschreitung aber die Schienen beginnen würden, sich quer zu verschieben.

Eine Temperaturerhöhung von 1° C erzeugt in einem Stabe, dessen Länge sich nicht ändern kann, eine Spannung von 22 kg/cm² (vergl. den eingangs angeführten Aufsatz). Dem Querschnitt F der Schienen und einer Temperaturänderung von t′ entspricht eine Achsialspannkraft von $S = 2 \,.\, 22 \,.\, F\, t'$ im Gleise. Nun ist (siehe wie oben) $p = \frac{S}{r}$, wenn S die Achsialkraft im Gleise einer Kurve mit dem Radius r ist. Setzt man für S obigen Wert ein, so wird

$$p = \frac{44\, F\, t'}{r} \text{ also } t' = \frac{p\, r}{44\, F} \quad \ldots\ldots \quad 12)$$

diejenige Temperatur, bei der das Gleis unter Überwindung des Bettungswiderstandes beginnt, sich quer zu verschieben.

Nimmt man an, dafs t die wirklich auftretende Temperaturänderung sei, so ist $t - t'$ diejenige Temperatur, die sich in Querverschiebung des Gleises auswirkt, die also in Gleichung 10) einzusetzen wäre, um die wirkliche Querverschiebung zu erlangen. Dann ist also

$$dh = 0{,}0000165\,(t - t')\,r = 0{,}0000165\left(t\,r - \frac{p\,r^2}{44\,F}\right) \,.\, 13)$$

Will man feststellen, inwieweit die Querverschiebung bei sonst gleichbleibender baulicher Anordnung des Gleises vom Radius der Kurve abhängig ist, so müssen in obiger Gleichung dh und r als Variable, die übrigen Werte t, p und F als konstant betrachtet werden, die Gleichung hat dann also die Form $y = a x + b x^2$. Das ist eine Parabel von einer Form wie Abb. 2, die bei $x = \frac{a}{2\,b}$ ein Maximum besitzt. Wenn man für a und b die Werte einsetzt, so ergibt sich, dafs die Querverschiebung dh einen gröfsten Wert erhält, wenn $r = \frac{44\,F\,t}{2\,p}$ ist.

Um nun wenigstens die ungefähre Gröfsenordnung festzustellen, die im praktischen Eisenbahnbau für dh in Betracht kommen kann, seien für F, p und t Werte eingesetzt, die der Wirklichkeit einigermafsen nahekommen, und es sei ferner angenommen, dafs, entsprechend den bisherigen Ausführungen von Schweifsungen freiliegender Gleise, die Schienen in Gruppen von je vier unter Zwischenschaltung eines Laschenstofses geschweifst seien. Für t kann dann nur diejenige Temperatur in Frage kommen, welche die Wärmesteigerung ausmacht, nachdem die Stofslücken zwischen den Langschienen geschlossen sind, und man kann daher höchstens mit t = 20° C rechnen. Als Schienenprofil sei ein solches von 50 qcm angenommen. Am unsichersten ist p, d. h. der Widerstand gegen Querverschiebung des Gleises im Schotter. Hier fehlt jede Unterlage, und es können erst Versuche über diese Gröfse Aufschlufs geben. Wahrscheinlich ist dieser Widerstand gröfser als das Gewicht des Gleises selbst, und es ist daher p = 150 kg/lfdm auch unter ungünstigen Bedingungen wie Rollkies, schmales Bett usw. sicher nicht zu hoch. Dann ist dh ein Maximum bei $r = \frac{44 \,.\, 50}{2 \,.\, 150} \,.\, 20 =$ rd 150 m; nach Gleichung 12) ist die Temperaturänderung, bei der der Bettungswiderstand gegen Querverschiebung überwunden wird, $t' = \frac{p\,r}{44\,F} = \frac{150 \,.\, 150}{44 \,.\, 50} = 10^0$ C und nach Gleichung 11) die gröfste mögliche Querverschiebung: $dh = 0{,}0000165 \,.\, 10 \,.\, 150 = 0{,}025$ m = 25 mm.

Die vorstehende Berechnung zeigt, dafs die Querverschiebungen von Gleiskurven, solange sie nur die Auswirkung von Temperaturlängenänderungen der Kurvenschienen selbst sind, in so kleinen Grenzen bleiben müssen, dafs sie praktisch bedeutungslos sind. Aber es können auch die an die Kurven anschliefsenden geraden Gleisstrecken unter Umständen die Kurvenanfänge hinausschieben, und dann könnte die Wirkung eine ganz andere sein. Wir müssen, um auch diesen Fall zu betrachten, auf die Gleichung 9) zurückgreifen, wo allgemein: $dh = \frac{1 - \cos\varphi}{2\,(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi)} \,.\, dl$ gefunden wurde. Nachdem wir $\frac{\varphi\,(1 - \cos\varphi)}{\sin\varphi - \varphi\cos\varphi} = 1{,}5$ (innerhalb der Grenzen $\varphi = 0$ bis $\varphi = 1$) festgestellt hatten*), ergibt sich $dh = \frac{1{,}5}{2\,\varphi} \,.\, dl$.

Man kann nun die Hinausschiebung der Endpunkte einer Kurve auch als Längenänderung der Kurve selbst auffassen, so dafs in der Gleichung $dh = \frac{1{,}5}{2\,\varphi}\, dl$ die Gröfse dl auch die Verschiebung der Kurvenendpunkte bedeuten kann. — Man erkennt, dafs bei gleichbleibendem dl die Querverschiebung dh unabhängig von r ist und um so gröfser wird, je kleiner φ ist, d. h. also bei schwachen Gleisknicken besteht ohne Rücksicht darauf, welcher Radius eingelegt wird, die Gefahr gröfserer Querverschiebung des Gleises, wenn die anschliefsenden Schienen achsiale Verschiebungen erfahren. Es ist daher in geschweifsten

*) Dies läfst sich auch ohne Berechnung einzelner Zahlenwerte wie folgt zeigen: Setzt man für $\sin\varphi$ und $\cos\varphi$ die entsprechende Reihen, also:

$$\sin\varphi = \varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - \frac{\varphi^7}{7!} + \ldots\ldots$$

$$\cos\varphi = 1 - \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} - \frac{\varphi^6}{6!} + \ldots\ldots$$

so wird

$$\frac{\varphi\,(1 - \cos\varphi)}{\sin\varphi - \varphi\cos\varphi} = \frac{\varphi - \left(\varphi - \frac{\varphi^3}{2!} + \frac{\varphi^5}{4!} - \frac{\varphi^7}{6!} + \ldots\ldots\right)}{\varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - \frac{\varphi^7}{7!} + \ldots - \left(\varphi - \frac{\varphi^3}{2!} + \frac{\varphi^5}{4!} - \frac{\varphi^7}{6!} + \ldots\right)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2!} - \frac{\varphi^2}{4!} + \frac{\varphi^4}{6!} - \ldots\ldots}{\frac{2}{3!} - \frac{4\,\varphi^2}{5!} + \frac{6\,\varphi^4}{7!} - \ldots\ldots}$$

Ist $\varphi < 1$, so werden die weiteren Glieder der Reihen so klein, dafs sie praktisch vernachlässigt werden können. Multipliziert man Zähler und Nenner mit 7!, so folgt:

$$\frac{\varphi\,(1 - \cos\varphi)}{\sin\varphi - \varphi\cos\varphi} = \frac{3 \,.\, 4 \,.\, 5 \,.\, 6 \,.\, 7 - 5 \,.\, 6 \,.\, 7 \,.\, \varphi^2 + 7\,\varphi^4}{2 \,.\, 4 \,.\, 5 \,.\, 6 \,.\, 7 - 4 \,.\, 6 \,.\, 7\,\varphi^2 + 6\,\varphi^4} =$$

$$= \frac{7}{6} \,.\, \frac{360 - 30\,\varphi^2 + \varphi^4}{280 - 24\,\varphi^2 + \varphi^4}$$

Für $\varphi = 0$ wird obiger Ausdruck gleich . . 1,500; setzt man $\varphi = 1$, wird er gleich 1,503, d. h. praktisch ist er in den Grenzen $\varphi = 0$ bis $\varphi = 1$ konstant und = 1,50. Bei $\varphi = 1$ wird der Centriwinkel der Kurve etwa 115°.

Digitized by Google

Gleisen vor und hinter schwachen Gleisknicken mehr noch als anderen Stellen wichtig, Schienenwanderungen zu verhindern.

Für die praktische Ausführung werden hier kaum andere Mittel in Betracht kommen als die bekannten Wanderschutzklammern oder die Einlage gepreſster Pappelholzplättchen, sofern nicht bereits die geschweiſsten Langschienen an sich dem Wandern einen gröſseren Widerstand entgegensetzen als die bisherigen 15 m Schienen. Diesbezügliche Erfahrungen liegen bisher nur in sehr geringem Umfange vor. Zweifellos aber wird auch hierbei die Art des Bettungsstoffes und der Widerstand der Schwellen gegen Verschiebung in der Bettung eine groſse Rolle spielen. Es erscheint besonders wünschenswert, hierfür durch systematische Versuche Zahlenwerte zu gewinnen und Vergleichsmaſsstäbe zu schaffen, um durch angemessene Bauausführungen die Verschiebbarkeit des Gleises in den erforderlichen engen Grenzen zu halten.

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Friedrichshafen am 27./28. Mai 1926.

Der Technische Ausschuſs des Vereins hielt seine diesjährige Sitzung am 27./28. Mai in Friedrichshafen ab. Herr Reichsbahndirektionspräsident Dr. Siegel von der Reichsbahndirektion Stuttgart, in deren Bezirk die Tagung stattfand, hieſs den Ausschuſs am Bodensee herzlich willkommen und gab der Hoffnung Ausdruck, daſs die guten Traditionen, die sich in jahrzentelangen Arbeiten im Verein herausgebildet haben, auch fernerhin erhalten bleiben. Den Vorsitz führte Herr Ministerialrat, Direktor von Samarjay, von der Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen.

Da die Amtsperiode der bisherigen vorsitzenden Verwaltung abgelaufen war, wurde zunächst die Wahl einer vorsitzenden Verwaltung vorgenommen. Es wurde einstimmig die Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen, die bereits seit 1881 ununterbrochen den Vorsitz im Technischen Ausschuſs führt, zur Vorsitzenden wiedergewählt.

Herr Ministerialrat von Samarjay nahm namens seiner Verwaltung die Wahl mit dem Ausdruck des Dankes für das erneut entgegengebrachte Vertrauen an.

Alsdann wurden auch die ständigen Fachausschüsse wiedergewählt. Die Mitglieder wurden zum Teil ergänzt, die Einteilung und die Arbeitsgebiete der Fachausschüsse wurden unverändert beibehalten. Es bestehen demnach folgende Fachausschüsse:

Allgemeiner Ausschuſs (Vorsitz: Ungarische Staatseisenbahn);
Baustoffausschuſs (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
Betriebsausschuſs (Vorsitz: Donau-Save-Adria Eisenb.-Ges.);
Bauausschuſs (Vorsitz: Österreichische Bundesbahnen);
Oberbauausschuſs (Vorsitz: Gruppenverwaltung Bayern der D.R.G.);
Brückenausschuſs (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
Lokomotivausschuſs (Vorsitz: Reichsbahndirektion Karlsruhe);
Wagenbauausschuſs (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
Wagenübergangsausschuſs (Vorsitz: Reichsbahndirektion Dresden);
Elektrotechnischer Ausschuſs (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
Werkstättenausschuſs (Vorsitz: Gruppenverwaltung Bayern der D.R.G.);
Fachblattausschuſs (Vorsitz: Direktor Nägele, Stuttgart).

Die Bearbeitung der Güteprobensammlung für das Erhebungsjahr 1924/25 wurde vom Ausschuſs genehmigt, doch wurden die Vereinsverwaltungen ersucht, Güteprüfungen von Kesselblechen für die Folge wieder anzumelden. Die Statistik wird von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins in Berlin in Druck gelegt und in der üblichen Weise an die Mitglieder verteilt werden. Nichtmitglieder können sie dort käuflich erwerben.

Die Versuchsergebnisse erstrecken sich auf Neustoffe für Eisenbahnoberbau und Eisenbahnfahrzeuge und sind in 25 Tafeln zusammengestellt.

Die erste Tafel der Güteprobensammlung gibt eine Übersicht über Zahl und Art der Versuche der einzelnen Verwaltungen. In den Zahlen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind alle Direktionen einbegriffen.

Von den gemeldeten Versuchen entfallen:

16 916	Stück	=	67,27	Prozent	auf Zerreiſsversuche,
6 618	»	=	26,28	»	» Schlagversuche,
271	»	=	1,07	»	» Fallversuche,
1 380	»	=	5,48	»	» Kugeldruckversuche
Zus. 25 185	Stück	=	100,00	Prozent.	

Das in der Neuausgabe begriffene Achsdruckverzeichnis ist vom Wagenbauausschuſs noch einmal überprüft worden. Hierbei ist es durch Vorschriften über Einschränkung der Breitenabmessungen der Personen- und Gepäckwagen ergänzt worden. Die Einschränkungstabellen sind in der gleichen Form, wie sie in den technischen Vereinbarungen enthalten sind, aufgenommen worden.

Das neue Achsdruckverzeichnis wird voraussichtlich im Herbst d. J. erscheinen.

Der Technische Ausschuſs stimmte den bisherigen Arbeiten über die Aufstellung eines ersten Entwurfes für die Revision der TE zu und erteilte dem hierfür eingesetzten Sonderausschuſs Vollmacht, die noch ausstehenden Arbeiten in seinem Namen fertigzustellen. Bei Aufstellung des Entwurfes soll nach Möglichkeit beachtet werden, daſs die TE einen weiten Rahmen bilden, um engeren Verbänden, wie dem VDEV, die Möglichkeit zu schaffen, innerhalb dieses Rahmens Bestimmungen zu treffen, die den besonderen Verhältnissen der Verwaltungen dieser engeren Verbände angepaſst sind. Andererseits sollen Vorschriften für den Personenwagenbau in gröſserem Maſse als bisher aufgenommen werden und es sollen die wechselseitigen Beziehungen zwischen TV und TE, wo nur immer möglich, aufrechterhalten bleiben.

Ein Antrag auf Behandlung »Technischer Fragen« wurde bis zur nächsten Sitzung zurückgestellt.

Ein Antrag auf Festlegung einer Begriffserklärung für schwer beschädigte Personen- und Gepäckwagen im Vereinspersonenwagenübereinkommen und Überprüfung anderer Bestimmungen des Vereinspersonenwagenübereinkommens war vom Wagenübergangsausschuſs vorberaten worden. Die wesentlichsten Teile des aufgestellten Entwurfes waren die Begriffserklärung für »schwerbeschädigte Personen- und Gepäckwagen« und die Tafel-Beschädigungseinheiten für Personen- und Gepäckwagen (VPUe). Die Begriffserklärung lautet:

»Ein Wagen, der auf einen anderen Wagen verladen zurückgesandt werden muſs, oder für den ein Drehgestell angefordert werden muſs, oder dessen Beschädigungen 300 Einheiten nach Anlage . . . überschreiten, gilt als schwerbeschädigt«.

In dieser Anlage sind für gewisse Wagenteile Einheiten aufgestellt, die bei einer Summe über 300 derartiger Einheiten die Feststellung ermöglichen, ob ein Wagen als schwerbeschädigt im Sinne des VPUe zu gelten hat oder nicht. Die übrigen Abänderungsvorschläge für die technischen Bestimmungen des

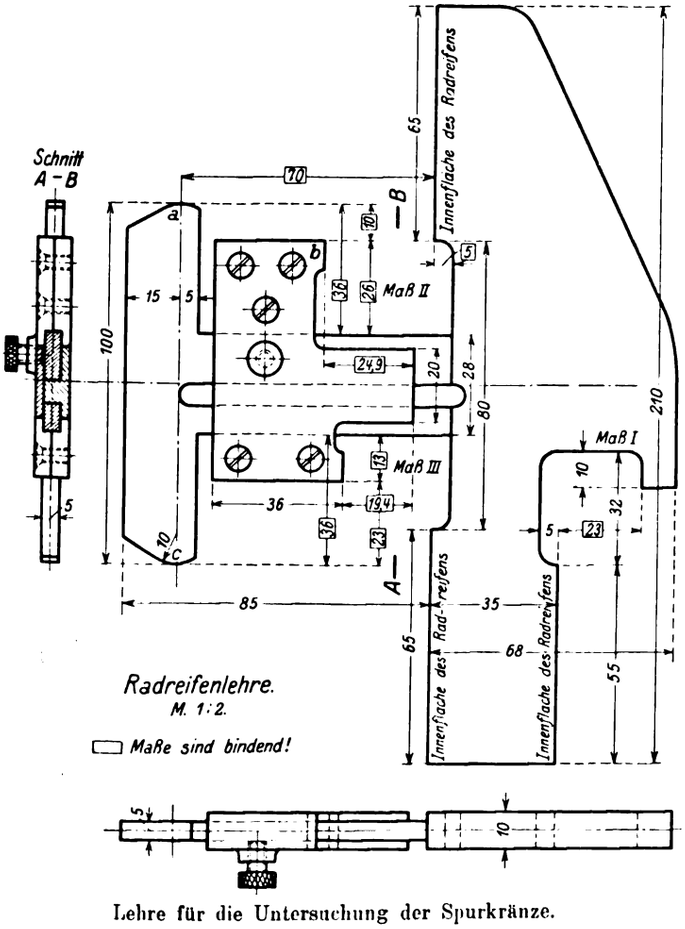
Digitized by Google

VPUe erreichen eine Anpassung an das VWUe, soweit eine solche für durchführbar und zweckmäfsig gehalten wurde. Hierbei wurde grundsätzlich festgelegt, dafs alle Beklebezettel des VWUe, soweit sie für das VPUe in Betracht kommen, mit der im VWUe vorgesehenen Musterbezeichnung in das VPUe übernommen werden. Begründung hierfür ist die Zweckmäfsigkeit, Einfachheit für das Personal und Ersparungen in der Auflage von Beklebezetteln.

Die aufgestellten technischen Vorschriften des VPUe sind an den Wagenausschufs weitergeleitet worden.

Ferner ist ein Antrag auf Ergänzung der Bestimmungen im § 30 der Anlage 1 zum Vereinswagenübereinkommen über die Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an den Spurkränzen behandelt worden, um im Betriebe mit Sicherheit feststellen zu können, ob ein Spurkranz als scharf gelaufen oder noch als betriebsfähig zu bezeichnen ist. Es sind eingehende theoretische Untersuchungen über das Aufklettern von Spurkränzen angestellt, deren Ergebnis durch unabhängig hiervon vorgenommene praktische Prüfungen bestätigt wurden.

Die vom Technischen Ausschufs entworfene verstellbare Pafslehre für die Untersuchung der Spurkränze ist in der Textabbildung dargestellt. Die Lehre ist mit einem Mafs I für eine Vorprüfung ausgestattet. Läfst sich das Mafs I nicht



Lehre für die Untersuchung der Spurkränze.

über die scharfe Kante des Spurkranzes schieben, so ist der Spurkranz ungefährlich, eine weitere Untersuchung ist nicht mehr notwendig. Läfst sich das Mafs I einschieben, liegt also die scharfe Kante innerhalb des Mafses 23 mm, so mufs geprüft werden, ob die Neigung von 27° noch vorhanden ist. Zu diesem Zweck wird Mafs II an der Innenfläche des Radreifens angelegt und Punkt a zum Aufsitzen gebracht; der Schieber wird bis zum Aufliegen des Punktes b an den Spurkranz angeschoben und mit der Stellschraube festgestellt. Hierauf wird die Lehre umgedreht und Mafs III eingeschoben. Läfst sich Mafs III bis zum Anliegen des Punktes c einschieben, so besitzt der Spurkranz noch die erforderliche Neigung, er ist sonach übergangsfähig. Läfst sich Mafs III nicht bis zum Anliegen des Punktes c einschieben, so ist der Spurkranz zurückzuweisen.

Um auch die Grenzmafse nach § 69² und ³ TV nachprüfen zu können, ist der Schieber mit einem Anschlagstück versehen, das ihn nur bis auf eine Mindestentfernung von 19,9 mm zwischen Punkt b und Anschlagkante verschieben läfst. Kann der Schieber bei Verwendung des Mafses II bis in seine Endstellung verbracht werden, so hat der Spurkranz die zulässige Mindeststärke von 20 mm (10 mm über den Laufkreis gemessen) unterschritten, der Wagen ist zurückzuweisen. Läfst sich Mafs II (oder auch Mafs III) bei zurückgeschobenem Schieber nicht bis zum Anlegen des Punktes a (oder c) einschieben, so hat der Spurkranz die zulässige Höhe von 36 mm überschritten, der Wagen ist ebenfalls zurückzuweisen.

Vor endgültiger Aufstellung bestimmter Vorschriften für das VWUe beschlofs der Technische Ausschufs, die Lehre zunächst im praktischen Betriebe zu erproben.

Zur Ergänzung der Bestimmungen des Vereinswagenübereinkommens wurden vom Ausschufs Vorschriften aufgestellt, die das Verladen von Baumstämmen mit Durchmessern von etwa 30 cm an, die Bezettelung der Wagen mit unrichtigen Eigengewichtsanschriften, vorsätzlich herbeigeführte Wagenbeschädigungen, und Ausbesserung beschädigter Privatwagen auf fremden Bahnen betreffen. Diese Beschlüsse wurden an den Wagenausschufs zur Aufnahme in das VWUe weitergegeben.

Die Beratungen über die Einführung zweiteiliger Bremsklötze führten im Technischen Ausschufs dahin, von einer bindenden Vorschrift zur allgemeinen Einführung zweiteiliger Bremsklötze für das Vereinsgebiet Abstand zu nehmen und nur bei Anwendung von zweiteiligen Bremsklötzen die Pafsfläche zwischen Sohle und Schuh und die Befestigungsart der Bremsklotzsohle einheitlich festzulegen. Als Befestigungsmittel wurde der Keil gewählt, der gegenüber allen übrigen schon teilweise gebräuchlichen Befestigungsmitteln grofse Vorteile, insbesondere hinsichtlich der Auswechselbarkeit aufweist. Die eingehende Behandlung der Fragen der Keilstärke, Sohlenhöhe und Einlage in den Sohlenrücken führte zur Festlegung der Sohlenhöhe mit 55 mm (entsprechend den IEV-Beschlüssen*); doch soll bei neuen Wagen das Bremsgestänge derart beschaffen sein, dafs zu einem späteren Zeitpunkt von 55 mm auf 60 mm Sohlenhöhe übergegangen werden kann, was aus wirtschaftlichen Gründen als wünschenswert anerkannt werden mufs. Die Anwendung von Einlagen in den Sohlenrücken vorzuschreiben wurde zufolge der jahrelangen praktischen Ergebnisse unterlassen. Doch bleibt es selbstverständlich jeder Verwaltung überlassen, in ihrem Bereich derartige Einlagen zu verwenden, nur müssen solche Verwaltungen den Einbau von Bremsklotzsohlen ohne Einlagen in ihre Wagen zulassen.

Zur Aufnahme in die »Technischen Vereinbarungen« werden folgende Vorschriften zur Abstimmung gestellt werden:

1. Bei Verwendung zweiteiliger Bremsklötze sind Pafsfläche und Keilform nach Blatt ... auszubilden (siehe Abb. 4 der Tafel 1 des Organs 1926 Heft 1).

2. Die Sohlen zweiteiliger Bremsklötze sind 55 mm dick auszuführen, bei neuen Wagen ist das

*) Organ 1926 S. 17, sowie Abb. 4 Taf. 1.

Digitized by Google

Bremsgestänge derart auszubilden, dafs auf eine Sohlenhöhe von 60 mm übergegangen werden kann.

3. Die Bremsklotzsohle mufs gegen den Spurkranz hin eine Abrundung mit einem Halbmesser von mindestens 10 mm besitzen.

Nachdem noch einige Angelegenheiten des Technischen Vereinsorgans geregelt worden waren, beschlofs der Technische Ausschufs, seine nächstjährige Sitzung am 31. Mai 1927 in Safsnitz auf Rügen abzuhalten.

C.

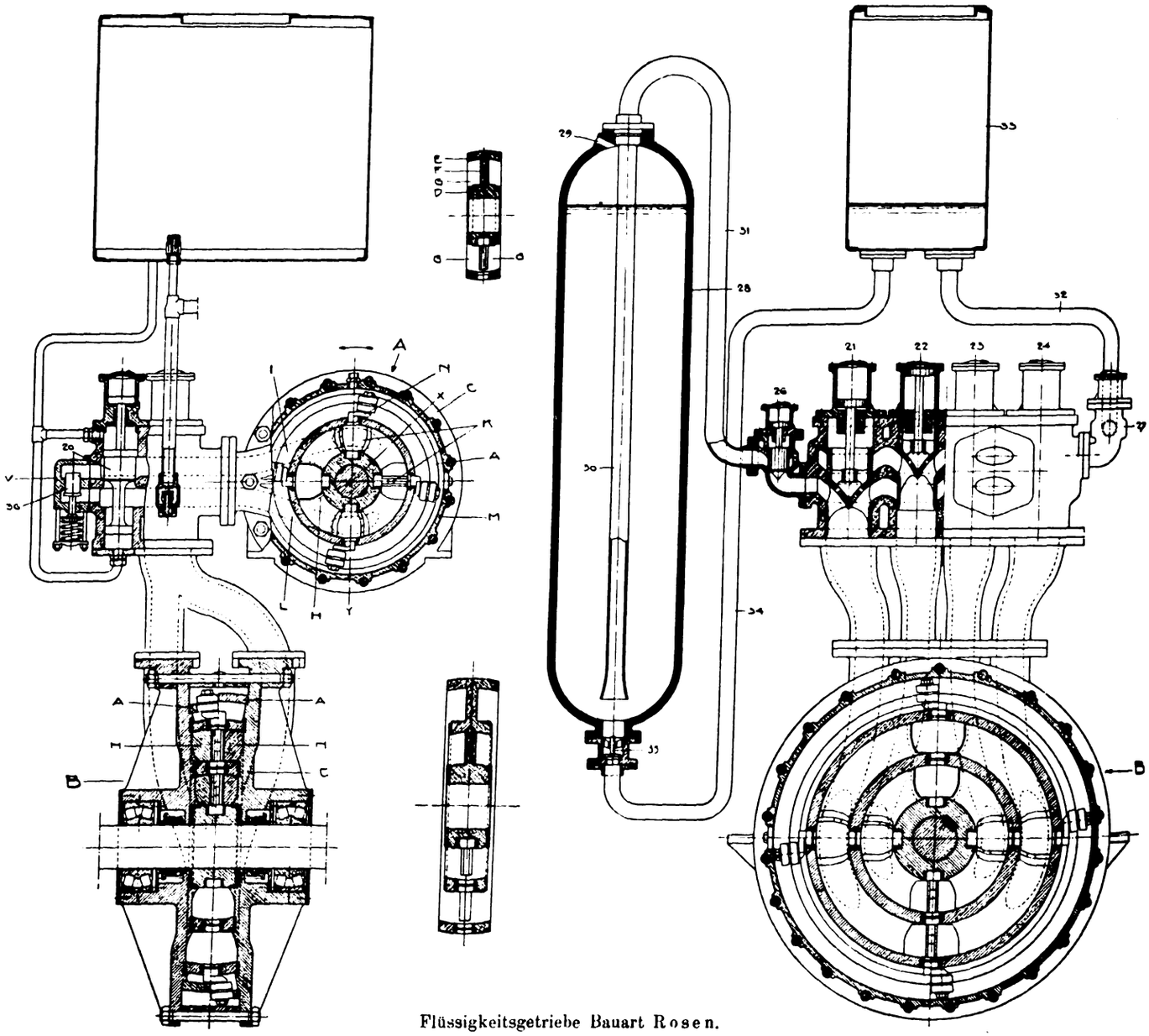
Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen.

In Nummer 5 vom 15. Mai 1926 der Teknisk Tidskrift, Mekanik ist eine Diesellokomotive beschrieben, bei welcher die Arbeit des Dieselmotors mittels eines vom Zivilingenieur Gustav Rosen, Direktor der Kalmarischen Maschinenfabrik, entworfenen Flüssigkeitsgetriebes auf die Treibachsen übertragen wird. Diese Lokomotive, mit der Achsenanordnung 1 B 1, ist seit dem Herbst 1925 im Betriebe und hat die allgemeine Verwendbarkeit des Getriebes für Eisenbahnfahrzeuge dargetan; sollte sich tatsächlich die Neuerung zur Übertragung von Leistungen bis zu 1000 PS eignen, wie die Quelle angibt, so würde dies einen wesentlichen Fortschritt im Bau von Diesellokomotiven bedeuten.

Die beiden Laufachsen der neuen Lokomotive sind Adamsachsen mit wagrecht liegenden Rückstellfedern; die einzelnen Achsen sind mit 10,1 t, 12,5 t, 12,5 t, 12,2 t belastet, so dafs das Dienstgewicht der Lokomotive 47,3 t beträgt, von denen 9 t auf den Dieselmotor und 3,5 t auf das Flüssigkeitsgetriebe entfallen. Der wassergekühlte Dieselmotor entwickelt bei 550 Umdrehungen in der Minute 300 PS und gibt der Lokomotive eine Höchstgeschwindigkeit von 70 km/Std., sowie eine gröfste Zugkraft von 4000 kg.



Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen.

Die Kraft wird vom Flüssigkeitsgetriebe durch Kette und Kettenrad auf die Treibräder übertragen, eine Anordnung, die für die Motorgröfse von 300 PS als vollkommen anwendbar und betriebssicher angesehen wird; sollten sich im Laufe der Zeit Schwierigkeiten herausstellen, so ist der Einbau von Schubstangen beabsichtigt.

Führerstände sind an beiden Enden der Lokomotive vorgesehen. Durch einen Hebel werden alle Ventile zum Ingangsetzen des Dieselmotors betätigt, durch einen zweiten Schalthebel wird die Fahrrichtung

Digitized by Google

und die Geschwindigkeit bestimmt. Ein Handgriff bedient die Druckluft für ein Überströmventil und wirkt dadurch als „Tote-Mann-Kurbel". Läfst der Führer diesen Handgriff los, so wird selbsttätig der Dieselmotor abgekuppelt und die Luftdruckbremse, die sonst durch besonderen Hebel bedient wird, in Tätigkeit gesetzt. Für den Brennstoffzuflufs ist ein eigener Hebel vorhanden.

Das Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen besteht aus zwei Pumpensätzen, deren Achsen beliebig zueinander stehen können. Zwischen beiden Sätzen liegt ein Ventilkasten, durch den die Fahrrichtung und Geschwindigkeit geregelt werden; die Ventile selbst werden durch Druckluft gesteuert.

Auf der Kurbelwelle des Dieselmotors sitzt das Pumpenrad A, (siehe Abbildung) zwischen dessen Nabe und Aufsenring drehbare Klappen angebracht sind, welche durch die Kurbeln N entweder in die Ebene des Pumpenrades oder rechtwinklig dazu eingestellt werden können. Die ringförmigen Räume G zu beiden Seiten der Radscheibe stehen sowohl mit der Zulaufleitung L wie mit der Ablaufleitung J, durch welche die Druckflüssigkeit zu- oder abgeleitet wird, in Verbindung. Im übrigen sind diese Räume G für sich abgeschlossen, da Nabe, Klappen und Aufsenring gegen das Pumpengehäuse abdichten.

Wenn eine Klappe an der Einlafsöffnung vorbeistreicht, wird Öl eingesaugt und, da die Klappe alsbald den Raum hinter sich abschliefst, zusammengeprefst und zum Ventilkasten getrieben, sobald die Klappe der Ablauföffnung gegenübersteht. Auf diese Weise entstehen während der Drehung des Pumpenrades in den Kammern G teils Druck-, teils Saugeräume.

Die zweite Pumpe B, die als Flüssigkeitsmotor arbeitet und deren Welle rechtwinklig zu der der ersten Pumpe liegt, ist ebenso wie diese gebaut; das Öl fliefst ihr unter Druck zu und treibt das Pumpenrad mit der für den Lauf der Lokomotive gewünschten Geschwindigkeit.

Der Ventilkasten V ist in zwei Räume geteilt, welche durch das Überströmventil 20 miteinander verbunden werden können; ist diese Verbindung vorhanden, so steht die Pumpe B still und die Pumpe A arbeitet leer. Bei geschlossenem Überströmventil fliefst das Öl zur zweiten Pumpe und treibt diese, deren Drehzahl und Drehrichtung die Ventile 21 bis 24 regeln. Da das Überströmventil auch als Sicherheitsventil wirkt, geschieht das Ingangsetzen und das Ändern der Geschwindigkeitstufen völlig stofsfrei; ein Druckausgleichventil 36, das ebenfalls zwischen die beiden Räume des Ventilkastens eingeschaltet ist, dient diesem Zwecke auch.

Zum Ingangsetzen des Dieselmotors werden die beiden Anlafsventile 26 und 27 geöffnet, so dafs die Druckluft in den Behälter 28 einströmen kann und ihn unter einen Druck von 60 bis 70 at setzt. Das in dem Behälter vorhandene Öl wird nun durch eine Rohrleitung zum Ventilkasten gedrückt und treibt die Pumpe A und mit ihr den Dieselmotor; die Pumpe B ist abgeschaltet. Sobald der Dieselmotor gezündet hat, werden die Anlafsventile wieder geschlossen und das Überströmventil geöffnet. Der Druckluftzuflufs zu dem Druckbehälter hört auf, die in ihm noch befindliche Druckluft wird abgelassen und das Öl kann aus dem Hilfsbehälter 33 dem Behälter 28 wieder zufliefsen.

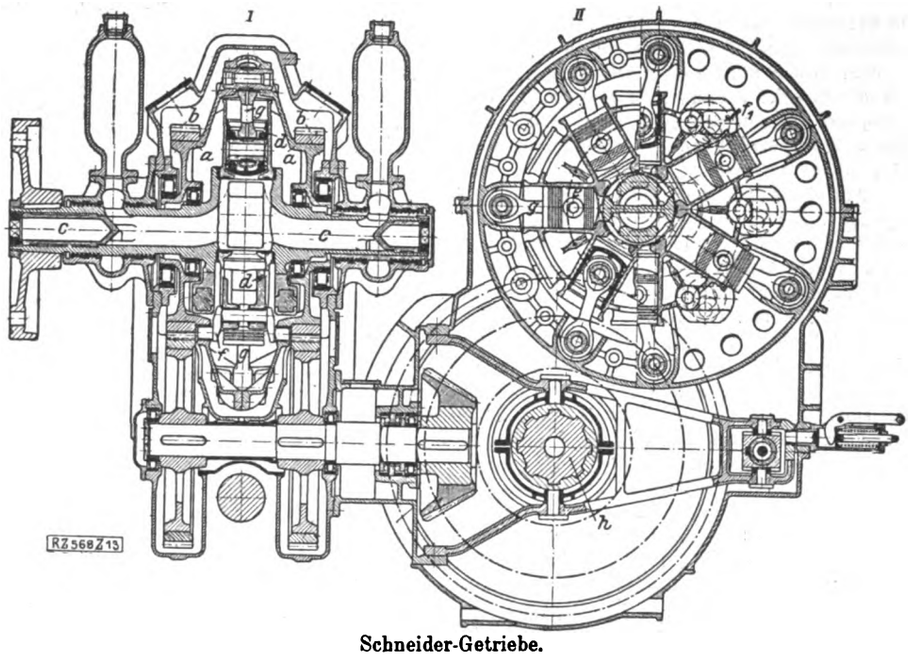
Wenn auch dem neuen Getriebe noch Unvollkommenheiten anhaften, so sollen doch die Vorteile derart sein, dafs die Verwendbarkeit für Triebfahrzeuge, besonders für solche gröfserer Leistung, erwartet werden kann. Ha.

Schneider-Getriebe für Ölmotorlokomotiven.

Das Schneider-Getriebe ist ein neuartiges hydraulisches Geschwindigkeits-Wechsel und -Wendegetriebe und unterscheidet sich grundsätzlich von andern bekannten Flüssigkeitsgetrieben dadurch, dafs Primär- und Sekundärgetriebe auch mechanisch durch Zahnräder miteinander in Verbindung stehen. Das Primärgetriebe kann also seine Leistung auch unmittelbar ohne hydraulische Übersetzung auf die Blindwelle übertragen, wovon bei der Regelleistung zur Erzielung des besten Wirkungsgrades Gebrauch gemacht wird.

Die Abbildung zeigt das Primärgetriebe im Längs-, das Sekundärgetriebe im Querschnitt für eine 500 PS-Ölmotor-Lokomotive der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur. Das Primärgetriebe ist mit der in der Längsrichtung der Lokomotive liegenden Kurbelwelle der Ölmaschine gekuppelt, das Sekundärgetriebe mit seiner Drehachse in der Querrichtung der Lokomotive angeordnet. Die Leistung des Primärgetriebes wird mittels Stirnradvorgeleges und Kegelrädern, diejenige des Sekundärgetriebes mittels Stirnrädern auf die Blindwelle übertragen. Damit die Lokomotive unter den günstigsten Arbeitsbedingungen vorwärts und rückwärts fahren kann, trägt die Blindwelle zwei verschiebbare Kegelräder, von denen jeweils eins mit dem Kegelrad der Vorgelegewelle in Eingriff gebracht wird.

In dem feststehenden Gehäuse des Primärgetriebes läuft auf Rollenlagern der Primärdrehkörper; er ist mit Zahnkränzen versehen, die in die Stirnräder der Vorgelegewelle eingreifen. In diesem Gehäuse ist konzentrisch durch ein zweites Paar Rollenlager die mit der Motorwelle unmittelbar gekuppelte hohle Kurbelwelle des Getriebes gelagert. Auf dem Kurbelzapfen sitzt der Sternzylinderblock mit sechs Zylindern. Seine Kolben sind mit Pleuelstangen an dem Drehkörper angelenkt. Die Kurbelwelle ist als Hohlkörper ausgebildet und dient dem Zu- und Ablauf des Getriebeöls. An ihren Enden sind Labyrinthdichtungen vorgesehen, so dafs das Öl ohne merkliche Verluste aus der umlaufenden Welle in das feststehende Gehäuse und von dort in das Sekundärgetriebe übertreten kann.



Schneider-Getriebe.

Ähnlich ist das Sekundärgetriebe durchgebildet, jedoch führt hier die der Kurbelwelle des Primärteils entsprechende hohle Achse keine Drehbewegung aus. Sie kann zur Veränderung des Kolbenhubs gegenüber der Achse des Drehkörpers parallel verschoben werden. Bei dieser Verschiebung bewegen sich die freien Enden der Rohrkrümmer an den beiden Achsenden in Stopfbuchsen der anschliefsenden Ölleitungen. Die Achse wird von dem zweireihigen Sternzylinderblock umschlossen, dessen Kolben wieder mit dem Drehkörper verbunden sind. Auch hier wird der Zylinderblock zur Relativbewegung gegen den Drehkörper gezwungen. In beiden Getrieben sind die von der Kurbelwelle bzw. Achse zum Zylinder führenden Steuerkanäle so ausgebildet, dafs eine fast vollkommene Entlastung zwischen Kurbelhals und Zylinderblock erreicht wird.

Durch die Zahnrädergetriebe, Vorgelegewelle und Blindwelle sind die Drehkörper der beiden Getriebe mechanisch zwangläufig gekuppelt.

Bewegt sich nun die Kurbelwelle des Primärteils, so wird der Zylinderstern mitgenommen, die Kolben verschieben sich infolge der Relativbewegung in den Zylindern und die Flüssigkeit kommt in der einen Hälfte des Sterns unter Druck, in der andern wird sie angesaugt. Der Kurbelzapfenhals wirkt dabei als Drehschieber und verbindet selbsttätig die Zylinder mit den entsprechenden Leitungen. Ebenso arbeitet der Sekundärteil, beide als Motor oder Pumpe, je

Digitized by Google

nachdem der Drehkörper oder die Kurbelwelle bzw. die Flüssigkeit treibt.

Zum Leerlauf wird der Saug- und Druckraum des Primärteils unmittelbar verbunden. Bei den übrigen Geschwindigkeiten wirken beide Getriebeteile zusammen und übernehmen als Pumpe und Motor arbeitend einen mehr oder weniger grofsen Teil der gesamten Arbeitsübertragung.

Bei einer Reihe von Versuchen konnte mit dem neuen Getriebe ein höchster Wirkungsgrad von 93 % erzielt werden, wenn die hydraulische Übersetzung abgeschaltet war. Mit zunehmender Leistung stieg der Wirkungsgrad anfänglich rasch, nachher etwas langsamer an, um bei den gröfseren Leistungen von 300 bis 500 PS schliefslich fast gleich zu bleiben. An den Einzelteilen des Getriebes soll sich nach etwa dreimonatlicher Versuchszeit noch keine bemerkbare Abnützung gezeigt haben. Über die Brauchbarkeit des neuen Getriebes dürfte indessen erst eine längere Betriebszeit entscheiden können. R. D.

(Z. V. D. I. 1925, Band 69, Nr. 16 und 18.)

Verschiedenes.

Zugbeeinflussungseinrichtungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hat in den Tagen vom 24. bis 26. Juni 1926 unter Beteiligung des Generaldirektors Dr. Dorpmüller Vertretern der Presse Gelegenheit gegeben, sich durch Augenschein von dem Stand der Versuche mit Einrichtungen zur Beeinflussung fahrender Züge zu überzeugen. Jeder katastrophale Unfall rückt dieses Problem immer wieder in den Vordergrund des allgemeinen Interesses, um so mehr als seine Lösung so einfach erscheint. Dafs dem leider nicht so ist, zeigen die seit Jahrzehnten angestellten Versuche, zeigt das Vorgehen anderer Eisenbahnverwaltungen, die sich zum gröfsten Teil abwartend verhalten.

Zuerst wurde die sogenannte Fahrsperre für elektrische Stadt- und Vorortbahnen in Blankenburg bei Berlin gezeigt. Die Fahrsperre wirkt mechanisch, sie stellt beim Überfahren eines Haltsignals zuerst den Fahrstrom ab und löst dann die Bremse aus. Bei dem bisher günstigen Ausfall der Versuche steht zu erwarten, dafs die Strecke Berlin—Bernau noch in diesem Sommer mit der Fahrsperre ausgerüstet sein wird. Die anderen Strecken werden folgen. Für Fernbahnen mit Schnellzugverkehr ist die Einrichtung jedoch nicht geeignet.

Auf demselben Bahnhofe wurde dann eine elektrische Übertragungseinrichtung für Fernbahnen, System Siemens & Halske gezeigt, die nach den bisherigen Erfahrungen die meiste Aussicht hat, zu einem brauchbaren Ergebnis zu gelangen. Die Übertragung beruht auf reiner Induktionswirkung, sie hat insbesondere den Vorzug grofser Einfachheit der Konstruktionsteile.

Auf der Strecke Wustermark—Stendal liegen noch die Streckenrahmen der alten Zugbeeinflussung System Telefunken. Die Wirkung dieser Einrichtung wurde auf Bahnhof Stendal vorgeführt. Die Übertragung kommt hierbei dadurch zustande, dafs infolge Koppelung eines Senderschwingungskreises mit einem zwischen den Schienen liegenden abgestimmten Schwingungskreise der Anodenstrom geschwächt und dadurch ein Relais ausgelöst wird. Diese Bauart hat jedoch öfters versagt und ist daher verlassen. Zur Zeit konstruiert die Telenfunken-Gesellschaft ein wesentlich verbessertes Gerät, das Ende des Jahres auf der Strecke Berlin—Halle versucht werden wird.

Auf Bahnhof Olching bei München wurde die vielgenannte Zugsicherung van Braam in ihrer neuesten Bauart vorgeführt. Die Übertragung erfolgt rein mechanisch, indem ein an der Lokomotive angebrachtes Schleifhebelpaar beim Überfahren eines Streckenanschlags angehoben und dadurch ein Druckluftventil auf dem Lokomotivführerstand ausgelöst wird. Obwohl diese van Braamsche Einrichtung durch langjährige Versuche vor dem Kriege konstruktiv gut durchgebildet ist, treten immer wieder Mängel auf, die eine Änderung notwendig machen. So stellt die in Olching gezeigte Bauart bereits eine vor kurzem vorgenommene Weiterbildung der dann in Bruchsal vorgeführten alten Bauart dar. Die Aufhängung der Scheifhebel an der Lokomotive ist hier vollkommen geändert. Die Notwendigkeit dieser Änderungen war in erster Linie eine Folge der neueren Entwicklung im Lokomotivbau, die zu einer für die Anbringung von Schleifhebeln hinderlichen gedrängten Anordnung der Triebachsen führte.

In Bingen bot sich Gelegenheit, eine von Eisenbahnbeamten (Reichsbahnrat Rose und Werkführer Beickle) konstruierte Zugbeeinflussung zu sehen. Diese Einrichtung stellt eine mechanische Type dar, weicht aber dadurch stark von den üblichen Vorschlägen ab, dafs der mit dem Signal in Verbindung stehende in Form eines Bügels ausgebildete Übertragungsteil von dem Lokomotivanschlag abgerissen wird; hierbei wird die Bremse ausgelöst. Versuche in gröfserem Umfange sind jedoch mit dieser Einrichtung bisher nicht angestellt worden, weil sie sich nicht für Fernbahnen eignet.

In Dormagen bei Köln wurde eine Einrichtung versucht, die von See übernommen ist, ein sogenanntes Nautophon. Diese Zugbeeinflussung bedient sich zur Übertragung der Schallwellen. Ein elektrisch betätigtes, auf der Strecke aufgestelltes Mikrophon erzeugt Schallwellen, die bei der Vorbeifahrt einer mit Empfangsmikrophon ausgerüsteten Lokomotive in diesem elektrischen Strom erzeugt, der zur Auslösung der Bremse benutzt wird.

Wir erhalten vom Eisenbahnzentralamt der D. R. G. Berlin nachstehenden vorläufigen Bericht über das Ergebnis des

Preisausschreibens

der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Erlangung eines

Spannungs- und Schwingungsmessers für die Bestimmung der dynamischen Beanspruchung eiserner Brücken.

Zu dem im Preisausschreiben festgesetzten Termin am 1. April 1926 sind insgesamt acht Apparate eingegangen. Daneben wurden noch Entwürfe und theoretische Abhandlungen zur Lösung der in Frage stehenden Aufgabe vorgelegt, die aber beim Wettbewerb ausscheiden. Von den acht Apparaten sind drei als reine Spannungsmesser, drei als reine Schwingungsmesser und zwei als vereinigte Spannungs- und Schwingungsmesser anzusehen. Die gewählten Arbeitsweisen der Apparate sind sehr verschieden, sie wirken teils mechanisch, teils photometrisch und teils elektrisch.

Das Preisgericht ist zusammengetreten und hat alle acht Apparate als wettbewerbsfähig bezeichnet und den für die eingehende Prüfung einzuschlagenden Weg festgelegt. Die Erfüllung der nach dem Preisausschreiben verlangten Anforderungen läfst sich nur zum kleinen Teil durch einfache Besichtigung feststellen. Die Nachprüfung der meisten Bedingungen erfordert eingehende, zum Teil schwierige Messungen. Hierzu gehören vor allem die Feststellungen über die Verzerrungsfreiheit der Aufzeichnungen, über die Lage der Eigenschwingungszahlen, über die Übersetzungsverhältnisse und über die Gröfse der Dämpfungen. Zur Durchführung dieser Messungen hat sich das Preisgericht mit Zustimmung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die Mitarbeit eines auf diesem Gebiet anerkannten Fachmanns (Prof. Dr. Ing. Hort) gesichert. Nach den Angaben von Prof. Hort ist nunmehr eine für diese neuartigen und schwierigen Prüfungen geeignete Einrichtung nach Art eines Schütteltisches geschaffen worden, dessen Bewegungen photometrisch sozusagen unverzerrt aufgezeichnet werden können. Die dem Schütteltisch durch Elektromotor und Kurbelgetriebe aufgezwungenen Bewegungen erreichen dabei die im Preisausschreiben vorgesehenen Frequenzen. Der Schütteltisch mufste so gebaut werden, dafs sämtliche eingegangenen, sehr verschiedenartig zu lagernden Apparate auf ihm aufgestellt, befestigt und in Schwingungen versetzt werden können. Die Prüfung am Schütteltisch kann anfangs Juli beginnen, so dafs die dynamische Nachprüfung der Apparate etwa bis Ende August durchgeführt sein kann. (Die Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Dresden hat in dankenswerter Weise die hierzu erforderlichen Versuchsräume und das etwa erforderliche Hilfspersonal zur Verfügung gestellt).

Nach Beendigung der dynamischen Nachprüfung der Apparate mufs noch durch praktische Versuche erprobt werden, wie sich die Apparate im Gebrauch an verschiedenen Brücken handhaben lassen. Hierzu soll eine schweizerische Brücke in der Nähe von Spiez herangezogen werden, die von den Schweizerischen Bundesbahnen schon wiederholt als Versuchsbrücke verwendet wurde und deren Verhalten daher von früheren Messungen her hinreichend bekannt ist. Die Schlufsprüfungen sollen alsdann an einer Brücke der Güterumgehungsbahn bei Oranienburg stattfinden, so dafs bis zum Ende dieses Jahres mit der endgültigen Beurteilung gerechnet werden kann.

Die Apparate werden alsdann, bevor sie den Bewerbern wieder zugestellt werden, zu noch bekanntzugebender Zeit im Eisenbahnzentralamt ausgestellt werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | **15. August 1926** | **Heft 15**

Vorschlag zur Neuberechnung der Handbremstafeln.

Von Oberbaurat Dr. techn. **Franz Nufsbaum**, Wien.

Hierzu Tafel 30 und 31.

Die Bremsprozenttafeln des V. d. E. V., welche in Österreich mit wenigen Änderungen noch gebraucht werden, sind mehrere Jahre vor dem Kriege auf Grund vieler Bremsprobefahrten aufgestellt worden. Die Tafel für Handbremsung in 700 *m* Bremsweg hat sich bald als verbesserungsbedürftig erwiesen. Sie enthält an den Rändern zu kleine Werte, insbesondere sind die Bremsausmafse für 15 *km/st* in bedeutenden Gefällen unzureichend. Dagegen werden im gröfseren mittleren Teil der Tafel zu hohe Werte verlangt. Eine richtige Bremstafel kann bei gröfserer Sicherheit noch etwas sparen.

Hier werden die nötigen (zum Teil schon mehrfach angeregten) Verbesserungen des alten Rechnungsganges gezeigt und Zahlenwerte als Ausgang genommen, die ohne Einführung von Berichtigungsfaktoren gute Übereinstimmung mit der Erfahrung bringen. Die Arbeit ist durch verschiedene Betrachtungen und Anleitungen vervollständigt und kann, obwohl sie sich nur auf Handbremsen bezieht, auch für schnellwirkende durchgehende Bremsen von Nutzen sein.

I. Bezeichnungen.

G in *kg* = Gewicht des ganzen Zuges = Gewicht des Wagenzuges G_w + Gewicht des Lokomotive G_L.

G_B in *kg* = gebremstes Gewicht des ganzen Zuges = gebremstes Gewicht des Wagenzuges G_{WB} + gebremstes Gewicht der Lokomotive G_{LB}.

O in *kg* = Kraft in den Händen des Bremsers.

P in *kg* = Anprefskraft aller Bremsklötze einer Handbremse, $\overline{P}$ = vom Bremser erzielter Höchstwert.

p in m/sec^2 = Beschleunigung.

Q in *kg* = auf die gebremsten Achsen entfallendes Gewicht eines Fahrzeuges samt Ladung, $\overline{Q}$ siehe $\varkappa$.

R in *kg* = Bremskraft einer Handbremse = Reibungskraft zwischen Bremsklötzen und Rädern.

t in *sec* = Zeit, t_m = mittlerer Zeitverlust bis zum Eintritt der Bremsung (Bereitschaftsweg u_o).

u in *m* = ganzer Bremsweg = Bereitschaftsweg u_o + eigentlicher oder reiner Bremsweg u_1.

V in *km/st* = Fahrgeschwindigkeit, von y bis o abnehmend.

w in *kg/t* = mindester Fahrwiderstand der Wagen, w_m = Mittelwert für Benutzung der Mittelwertformel.

x in ‰ (v. T.) = Gefälle.

y in *km/st* = gestattete Höchstgeschwindigkeit.

z in % (v. H.) = Bremsausmafs (Bremsprozente) des ganzen Zuges, z_W = Bremsausmafs der Wagen, z_L = Bremsausmafs der Lokomotive.

α = Festwert in Formel 1).

β = Festwert in Formel 13).

Δ = in *km/st* = zur Sicherheit anzunehmende Überschreitung von y.

ε = Übersetzungsverhältnis einer Handbremse, $\overline{\varepsilon}$ = für Wagen gestattete gröfste Übersetzung.

η = Wirkungsgrad der Bremsübersetzung (Kräfteverhältnis $\overline{P} : \varepsilon \,.\, O$).

$\varkappa$ = Verhältnis $\overline{P} : Q$, bis zu einer Gewichtsgrenze $\overline{Q}$ ungefähr gleichbleibend anzunehmen.

λ = Gewichtsverhältnis $G_L : G_W$.

μ_B = Reibungszahl zwischen Bremsklotz und Rad.

μ_S = Reibungszahl zwischen Schiene und Rad.

ϱ = Verhältnis $R : Q = \varkappa \,.\, \mu_B$ aber $< \mu_S$, ϱ_m = Mittelwert für Benützung der Mittelwertformel.

II. Bis zur Bremsung.

Textabb. 1 zeigt beiläufig den Verlauf einer raschen Haltbremsung mit der Zeit. Von dem Augenblick, in welchem das Signal zum Halten gegeben wird bzw. wahrgenommen werden sollte, bis zum Eintritt der Bremswirkung verfliefst etwas Zeit, die gröfserenteils ungenützt verloren geht und zum Teil für die Umdrehungen der Bremsspindel nötig ist. Dann folgt das Ansteigen der Anprefskraft P von dem bis zu diesem Zeitpunkt gehaltenen Werte bzw. wie gezeichnet von Null als ungünstigstem Fall, bis zu dem vom Bremser erreichten Höchstwert $\overline{P}$. Da dieser Anstieg gegenüber der ganzen Bremsung bei Handbremsen (und raschwirkenden durchgehenden Bremsen) von geringer Dauer ist, genügt für die Rechnung die in Textabb. 1 punktierte Annäherung, als würde nach dem mittleren Zeitverlust t_m die Anprefskraft plötzlich von Null auf den Höchstwert $\overline{P}$ steigen.

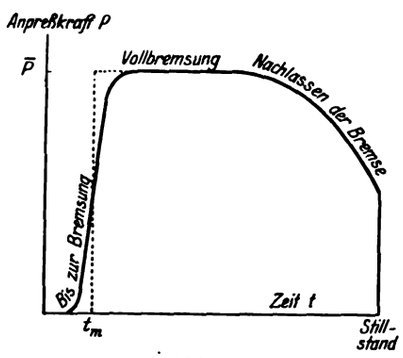


Abb. 1.

Der in diesen t_m *sec* bei y *km/st* zurückgelegte sogenannte Bereitschaftsweg ist

$$u_o = t_m \cdot \frac{y}{3{,}6} \text{ oder kurz} = \alpha \,.\, y\, m. \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

Eigentlich wäre noch die nach Abschnitt IX im Bereitschaftsweg bzw. bei etwas verspäteter Bremsung je nach dem Gefälle entstehende Geschwindigkeitsüberschreitung Δ in Rechnung zu setzen. Da sich aber bei solcher Überschreitung die Bremser besonders beeilen bzw. schon mit der Bremsung begonnen haben, ist dazu ein kleineres α anzunehmen, so dafs sich ungefähr derselbe Bereitschaftsweg ergibt, wie ohne Berücksichtigung von Δ.

Der V. d. E. V. hat mit $\alpha = 3$ gerechnet, entsprechend einem Zeitverlust $t_m = 3 \,.\, 3{,}6 = 10{,}8$ Sekunden. Erfahrungsgemäfs und bei Schaffung der nötigen Sicherheit durch Einführung der erwähnten Geschwindigkeitsüberschreitung Δ ist α knapper anzunehmen, und zwar für Hauptbahnen

$$\alpha = 2{,}7, \text{ entsprechend } t_m = 9{,}72\ sec \ldots\ldots 2_1)$$

und für Nebenbahnen mit nur 400 m Bremsweg höchstens

$$\alpha = 2{,}4, \text{ entsprechend } t_m = 8{,}64\ sec \ldots\ldots 2_2)$$

Der aus bewährten Bremsausmafsen rückgeschlossene kleinere Wert für Lokalbahnen erklärt sich aus der geringeren Zuglänge und daher besseren Wahrnehmbarkeit der Signale und wohl auch daraus, dafs eine etwas geringere Sicherheit gegen vereinzeltes Überschreiten des geforderten kurzen Bremsweges zu verlangen ist. Die angegebenen Werte gelten bis

Digitized by Google

zu der bisher bei Wagen gestatteten gröfsten Bremsübersetzung $\bar{\varepsilon} = 1200$, dürfen aber wohl auch für den jetzt gestatteten höheren Wert $\bar{\varepsilon} = 1400$ angenommen werden, zumal nach den weiteren Ausführungen schwere Bremswagen nicht mit dem vollen Gewicht zu zählen sind.

Wenn in Textabb. 1 die Kurve von $P = o$ bis $P = \bar{P}$ genügend bekannt wäre, könnte sie genauer in Rechnung gezogen werden (etwa wie im letzten Abschnitt angedeutet). Notwendig ist das aber nur, wenn sich der Anstieg weit erstreckt und wenn Form und Beeinflussung klargestellt sind, wie insbesondere im Falle einer absichtlich langsam wirkenden durchgehenden Güterzugbremse. Dagegen könnte mit einer elektrisch gesteuerten Schnellbremse tatsächlich ein beinahe plötzlicher Anstieg zur Vollbremsung erreicht werden. Wenn man überlegt, dafs das gebremste Gewicht an den Wagen nicht angeschrieben ist und übrigens bei Handbremsung vom Ladegewicht abhängt und die daher im weiteren gemachte Annahme eines bei den meisten Fahrzeugen gleichen Verkältnisses $\varkappa$ zwischen Anprefskraft und Gewicht nur beiläufig zutrifft, so findet man die Näherungsrechnung mit a wohl ausreichend.

III. Vollbremsung.

Der vom Bremser erreichte Höchstwert der Gesamtanprefskraft seiner Bremsklötze kann als Produkt der Kraft O in seinen Händen und dem Übersetzungsverhältnis ε mal Wirkungsgrad η ausgedrückt werden,

$$\bar{P} = \varepsilon\eta . O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

Bei einiger Anstrengung und nicht ungünstiger Bremskurbel und Umgebung ist

$$O = 50\ kg \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

und kommt im Gefahrfalle auch höher, aber dann meist verspätet.

Die Übersetzung ε oder richtiger die wirkliche Übersetzung $\varepsilon\eta$ richtet man beim Bau der Fahrzeuge im allgemeinen nach dem Gewicht Q, als welches das auf die gebremsten Achsen entfallende Gewicht des beladenen Fahrzeugs verstanden sein soll. Darnach kann

$$\bar{P} = \varkappa . Q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

angenommen werden, wo $\varkappa$ eine ungefähr gleichbleibende Verhältniszahl bedeutet.

Der V. d. E. V. hat für die Handbremsung $\varkappa = {}^2/_3$ in Rechnung gesetzt. Erfahrungsgemäfs und da nach den folgenden Ausführungen schwere Wagen besonders zu berücksichtigen sind, ist mit einem gröfseren Wert $\varkappa$ zu rechnen. Die Kenntnis dieser Verhältniszahl wird aber für die Bremsweg- und Bremsausmafsberechnung eigentlich nicht benötigt, weil $\varkappa$ nur im Produkt mit der Reibungszahl μ_B vorkommt.

Nur für die folgende überschlägige Betrachtung möge der runde Wert

$$\varkappa = 0{,}7 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6)$$

dienen. Damit und mit 4) ergibt sich aus 3) und 5) die Beziehung

$$\varepsilon\eta = 0{,}014 . Q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7)$$

Doch kann dieses Verhältnis zwischen wirklicher Übersetzung und Wagengewicht nicht für beliebig schwere Wagen beibehalten werden. Zumal bei der mit steigender Übersetzung bedeutend fortschreitenden Verschlechterung des Wirkungsgrades unserer heutigen Spindelpremsen wäre für ein sehr grofses Q ein übermäfsiges ε nötig, welches einen bedeutenden Zeitverlust, also einen zu grofsen Bereitschaftsweg bis zum Anziehen der Bremsen verursachen würde. Aus diesem Grunde war bisher für Wagen höchstens

$$\bar{\varepsilon} = 1200 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8_1)$$

gestattet, welche Grenze jetzt auf

$$\bar{\varepsilon} = 1400 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8_2)$$

erhöht wurde. Sonach kann das Verhältnis 6) nur bis zu der Gewichtsgrenze

$$\bar{Q} = \frac{\bar{\varepsilon}\,\eta}{0{,}014} \text{ mit } \bar{\varepsilon} = 1200 \text{ bzw. } 1400 \quad \ldots\ldots \quad 9)$$

stimmen. Je nach durchschnittlicher Bremsspindelschmierung ist

$$\eta_{\varepsilon = 1200} = 0{,}28 \text{ bis } 0{,}3 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 10)$$

womit sich $\bar{Q} = 24000$ bis 25700 ergibt. Weil aber nach den Überlegungen im nächsten Abschnitt bei kleiner Geschwindigkeit die Vollbremsung nicht beibehalten werden kann, also nicht zu verlangen ist, daher die Gewichtgrenze $\bar{Q}$ hoch steigt bzw. aufser Betracht fällt, darf bis zu der höheren Gewichtsgrenze

$$\bar{Q} = 26000\ kg \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 11)$$

gerechnet werden. Sie rückt noch höher für die vorläufig noch nicht vorhandene gröfsere Übersetzung $\bar{\varepsilon} = 1400$, sowie für (natürlich anzustrebende) Bremsen von besserem Wirkungsgrad, ferner für die weiter erwähnten wirksameren Bremsklötze.

Nach diesen Betrachtungen kann an die Berechnung der Bremskraft selbst gegangen werden.

Zwischen Bremsklotz und Rad besteht trockene Reibung, also ist eine vom Flächendruck halbwegs unabhängige, aber mit der Gleitgeschwindigkeit beträchtlich abnehmende Reibungszahl μ_B anzunehmen. Darnach gilt für die der Bewegung entgegenwirkende Reibungskraft im ganzen Bremsverlauf

$$R = \mu_B . P \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 12)$$

Nach alten Versuchen von Wichert und mit neueren Messungen genügend übereinstimmend ist

$$\mu_B = \beta . \frac{1 + 0{,}0112\,V}{1 + 0{,}06\,V}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad 13)$$

worin die Zahl β etwa in den Grenzen ${}^1/_2$ für trockene Reibungsflächen und ${}^1/_4$ für nasse Reibungsflächen schwankt und übrigens auch vom Material abhängt. Der V. d. E. V. hat mit dem etwas tief gegriffenen Wert $\beta = {}^1/_4$ gerechnet. Eigentlich mufste ein niedrigerer Wert angenommen werden, weil nicht wie im folgenden zur nötigen Sicherheit eine mit dem Gefälle wachsende Geschwindigkeitsüberschreitung eingeführt wurde und auch nicht die im nächsten Abschnitt behandelte Grenze der Bremskraft Berücksichtigung fand. Bei den in dieser Abhandlung gemachten Annahmen erzielt man recht gute Übereinstimmung mit der Erfahrung durch den Wert

$$\varkappa\beta = 0{,}233, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 14_1)$$

welcher mit $\varkappa = 0{,}7$ dem Werte

$$\beta = \frac{1}{3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 14_2)$$

entspricht.

Der angegebene Wert $\varkappa\beta$ gilt für gewöhnliche Bremsklötze. Wenn der Bremsklotz mittels Lappen den Spurkranz umgreift, ist die Bremswirkung gröfser, was durch Keilwirkung und geringeren durchschnittlichen Flächendruck zu erklären ist. Gegen diesen und andere Vorteile (Beibehaltung richtiger Lage, daher gute Ausnützung, Schonung des Querbalkens) treten die Nachteile (anderes Verhalten vor dem Einlaufen, etwas unvermittelt steigende Bremswirkung und daher häufigere Flachstellen, gröfsere Beanspruchung der Bremsklotzhängung; eine Schädigung des Spurkranzes scheint nicht erwiesen) bei ganz richtiger Ausführung wohl zurück. Wegen der stärkeren Bremswirkung empfehlen sich solche Bremsklötze bei einseitiger Bremsklotzanwendung, ferner allgemein für schwere Fahrzeuge, wodurch die Gewichtsgrenze 11) um schätzungsweise 3 t hinaufrückt.

Die Annahme, dafs μ_B nur mit V veränderlich ist, trifft zwar nur halbwegs zu. Ein erfahrener Bergbremser weifs, dafs schwere Wagen mit kleinen Bremsklötzen schwerer zu bremsen sind, als solche mit grofsen Bremsklötzen, woraus (abgesehen von besserer Kühlung) auf eine kleinere Reibungszahl bei gröfserem Flächendruck zu schliefsen ist. Eine schlimmere Erfahrung eines Bremsers von langen Steilrampen ist die, dafs

Digitized by Google

hoch erhitzte Bremsklötze beträchtlich schlechter wirken. Dies äufsert sich auffällig darin, dafs der Bremser einen schweren Wagen anfangs bis zum Rädergleiten bremsen kann, bei sehr heifs gewordenen Bremsklötzen aber hierzu nicht mehr imstande ist. Nässe kann hierbei wegen der kühlenden Wirkung sogar nützlich sein. Bremsklötze mit gröfserer kühlender Oberfläche sind vorteilhaft. Zur Klärung dieser und anderer Erscheinungen werden die bei der deutschen Reichsbahn-Gesellschaft im Gange befindlichen Versuche beitragen (siehe Glasers Annalen 1925 »Mefseinrichtungen für Bremsversuche« von Metzkow).

Im folgenden kommt μ_B nur mit der in 13) angegebenen Abhängigkeit von der Geschwindigkeit in Rechnung. Die Veränderlichkeit mit der Pressung liefse sich etwas umständlich auch berücksichtigen, etwa wie am Schlusse dieser Arbeit erwähnt. Doch sind bei dem Umstand, dafs aufser im Anfang und Ende der Bremsung der Anprefsdruck nach Textabb. 1 halbwegs gleich bleibt, von einer genaueren Rechnung nicht nennenswert andere Ergebnisse zu erwarten, abgesehen dafs die Erwägung vom Schlufs des Abschnittes II auch hier gilt. Die Verschlechterung von μ_B durch Erhitzung der Bremsklötze ist in den angegebenen Werten 14) schon bis zu einem gewissen Grade berücksichtigt und wird auch durch erhöhte Anstrengung der Bremser einigermafsen ausgeglichen. Nur in sehr langen Steilrampen ohne nennenswerte eingestreute Gefällsminderungen, sowie bei sonstigen aufsergewöhnlich ungünstigen Verhältnissen kann es auf Grund der Erfahrung nötig werden, die im Abschnitt XI berechneten Bremsprozente um 1 bis höchstens 2 zu vergröfsern. Solche Notwendigkeit tritt aber nur ganz vereinzelt auf und es geht daher nicht an, die Bremsausmafse allgemein so hoch zu halten.

IV. Nachlassen der Bremse.

Die vom Bremser erzielte Anprefskraft $\overline{P}$ darf in der vollen Höhe $\varkappa . Q$ nicht bis zum Stillstand beibehalten werden, weil sonst bei einer gewissen Geschwindigkeit die Räder zu gleiten beginnen, also nicht mehr rollen. Die Ursache ist bekanntlich die, dafs mit abnehmender Geschwindigkeit die Reibungszahl μ_B zwischen Bremsklotz und Rad nach 13) bedeutend zunimmt, während die Reibungszahl μ_S zwischen Schiene und Rad nur wenig wächst. Sobald $\mu_B . P > \mu_S . Q$ wird, gleiten die Räder und bekommen Flachstellen, zugleich verringert sich die bremsende Wirkung, weil μ_S beim Gleiten kleiner ist, als beim Rollen. Der Bremser mufs also, wie in Textabb. 2 punktiert gezeichnet, mit der Reibungskraft $\mu_B . P$ unter der Rädergleitgrenze $\mu_S . Q$ bleiben, soll aber nahe an sie herankommen, um eine möglichst grofse Bremskraft zu halten. Das ist durch Erfahrung und Beobachtung im Verein mit dem sogenannten Bremsenspiel zu erreichen, bestehend in zeitweisem mäfsigem Nachlassen und Wiedervorfühlen bis zur Gleitgrenze.

Sonach kann für den ganzen Bremsverlauf kurz geschrieben werden

$$R = \varrho . Q, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 15)$$

$$\text{wo } \varrho = \varkappa . \mu_B \text{ aber } < \mu_S \quad \ldots\ldots\ldots \quad 16)$$

Mit 13) und 14_1), ferner mit einer aus bewährten Bremsausmafsen rückgeschlossenen Grenze unter μ_S, zu welcher praktisch eine gewisse Abrundung führt (probeweises etwas vorzeitiges Nachlassen, Herabsetzung von μ_B durch eingetretenes Gleiten), ergibt sich nach Abb. 2 folgender Verlauf von ϱ gegenüber $\varkappa\mu_B$:

Geschwindigkeit keine Berücksichtigung fand, d. h. unrichtigerweise auch für kleine Geschwindigkeiten $\varrho = \varkappa\mu_B$ genommen wurde. Die Folge war, dafs trotz des angenommenen kleinen

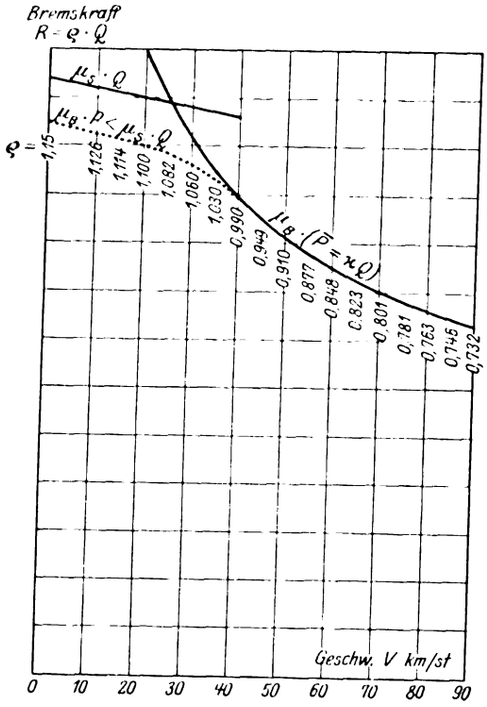


Abb. 2.

Wertes $\beta = 0{,}25$ für kleine Geschwindigkeiten zu hohe Bremskräfte in Rechnung kamen und trotz Einführung von Berichtigungsfaktoren die Bremsausmafse für 15 *km/st* noch zu klein blieben.

Bevor auf Grund der bisherigen Betrachtungen an die Berechnung des Bremsweges geschritten wird, ist noch der Fahrwiderstand und das Gewichtsverhältnis von Lokomotive und Zug zu behandeln. Auch wird zweckmäfsig gleich der Begriff »Bremsausmafs« eingeführt.

V. Fahrwiderstand und Gewichtsverhältnis von Lokomotive und Zug.

Den geringsten verhältnismäfsigen Fahrwiderstand haben D Zug-Wagen und beladene Kohlenwagen, für welche die runde Formel

$$w \text{ in } kg/t = 2 + 5\left(\frac{V}{100}\right)^2 \quad \ldots\ldots \quad 18)$$

angenommen werden kann (abgesehen vom grofsen Anstieg des Fahrwiderstandes gegen $V = o$, welcher Bereich aber für den Bremsweg belanglos ist). Dieser ungünstigste (kleinste) Fahrwiderstand soll der weiteren Rechnung zugrunde gelegt werden. Über V^2 als Abszissen ergibt sich als w-Linie eine Gerade und darnach der im späteren benötigte Mittelwert von $V = y$ bis $V = o$ einfach

$$w_m = 2 + 2{,}5\left(\frac{y}{100}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 19)$$

Den bedeutenden Fahrwiderstand der Lokomotive kann man grob so berücksichtigen, dafs man ihn gleich dem für

V =	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
$10\varkappa\mu_B =$	(2,333)	—	—	1,298	—	1,113	—	0,994	0,949	0,910	0,877	0,848	0,823	0,801	0,781	0,763	0,746	0,732	17)
$10\varrho =$	1,15	1,126	1,114	1,100	1,082	1,060	1,030	0,990	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	

Es ist nicht recht einzusehen, warum in der Berechnung des V. d. E. V. das nötige Nachlassen der Bremsen bei kleiner Wagen nimmt und den Rest als ein Mehr an Lokomotivbremsung zählt. Mit der Annahme eines durchschnittlich etwa 2,9 mal

Digitized by Google

so grofsen Lokomotivfahrwiderstandes gegenüber vollen Kohlenwagen nach 18) und aus diesem Fahrwiderstand bei 40 *km/st* das sind 2,64 ‰, ferner aus der im weiteren sich ergebenden ungefähren Gleichheit von 1 ‰ und 1 Bremsprozent, ergibt sich dieses

Mehr an Lok.-Bremsung zu 5 Bremsprozenten . . . 20)

In dieser einfachen Berücksichtigung gröfseren Fahrwiderstandes der Lokomotive ist keine merkliche Ungenauigkeit zu erblicken, weil nach Abschnitt VII die Lokomotive zur Schonung nur mäfsig gebremst in Rechnung kommt und daher diese Bremsung ohne weiteres um eine Kleinigkeit höher oder tiefer sein kann.

Wollte man den Fahrwiderstand der Lokomotive doch genauer in Rechnung ziehen, so empfiehlt sich in weiterer Annäherung, ihn als ein gewisses Vielfaches des Fahrwiderstandes w der Wagen auszudrücken. Dieses Vielfache ist am kleinsten für schnellfahrende Flachlandlokomotiven (kleine Neigung x, grofse Geschwindigkeit y) und am gröfsten für langsamfahrende Gebirgslokomotiven (grofses x, kleines y). Eine brauchbare Annäherung (mit Ausnahme von besonders schwergehenden Lokomotiven) ist etwa

$$w_L = w\left(2 + \frac{x}{20} - \frac{y}{200}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 21)$$

Im weiteren wird aber von dieser Formel nicht Gebrauch gemacht.

Das Gewichtverhältnis der Lokomotive zum Zug ist unter der Annahme, dafs die Lokomotive talwärts den einfachen Zug führt, den sie bergwärts befördert, in erster Annäherung

$$\frac{G_L}{G_w} = \lambda = 0{,}008\,x + 0{,}002\,(y + 10), \quad \ldots\ldots \quad 22)$$

wo unter x das Gefälle in ‰ und unter y die Geschwindigkeit in *km/st* verstanden sein soll. Führt aber die Lokomotive z. B. die doppelte Berglast zu Tal, so ist λ nur die Hälfte des angegebenen Ausdruckes. Die Formel ist im ersten Glied durchschnittlich zutreffend und im zweiten Glied für Dampflokomotiven etwas knapp, um den Fall einer leichteren Lokomotive zu erfassen. Übrigens spielt ein kleines Mehr oder Weniger in der weiteren Anwendung auf die Bremsprozentberechnung keine merkliche Rolle.

VI. Begriff und Beziehungen des Bremsausmafses.

Nach 5) lassen die meisten Wagen ein beiläufig gleiches Verhältnis zwischen Bremsung und Gewicht erzielen und werden daher im Betrieb als voll gebremst aufgefafst. Entsprechend wird als gebremstes Gewicht oder kurz Bremsgewicht eines Zuges

$$G_B = \Sigma Q \text{ der gebremsten Fahrzeuge} \quad \ldots\ldots \quad 23)$$

verstanden, jedoch sind nach 11) von Fahrzeugen mit $Q > 26$ t nur

26 t gebremst und die übrigen t ungebremst . . 24)

zu zählen.

Bemerkt sei, dafs eine Festlegung des Begriffes »vollgebremst«, nur willkürlich sein kann. Abweichend vom vorstehenden wird im Maschinenbau ein Fahrzeug als 100 % gebremst bezeichnet, wenn $\overline{P} = Q$ ist. Wollte man auch im Betriebe so rechnen, so würden die Bremsausmafse und Bremsgewichte einfach im Verhältnis $\varkappa$ kleiner. Auch diese Auffassung ist willkürlich und würde es nur dann nicht sein, wenn μ_B und μ_S annähernd gleich wären. Ebenfalls einfach im Verhältnis $\varkappa$ kleinere Bremsausmafse würden gelten, wenn gar nicht mit dem erst willkürlich festzusetzenden gebremsten Gewicht, sondern unmittelbar mit der gesamten Anprefskraft $\Sigma\overline{P}$ gerechnet würde (und zwar könnte bei durchgehender Bremsung $\overline{P}$ am Wagen angeschrieben sein).

Unter »Bremsausmafs« (»Bremsprozente«) wird das Verhältnis des gebremsten Gewichtes zum ganzen Gewicht verstanden und praktisch in % (v. H.) angegeben. Für den ganzen Zug samt Lokomotive mit dem Gewicht G und dem gebremsten Gewicht G_B ist das Bremsausmafs

$$z = 100\,\frac{G_B}{G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 25)$$

Bezeichnet z_L die Bremsprozente der Lokomotive einschliefslich der nach 22) anzunehmenden 5 Bremsprozente für das Mehr an Fahrwiderstand gegenüber Wagen, und z_W die Bremsprozente des Wagenzuges, so gilt

$$z = \frac{z_W\,G_W + z_L\,G_L}{G_W + G_L} \text{ oder } = \frac{z_W + z_L \cdot \lambda}{1 + \lambda} \quad \ldots \quad 26)$$

und daraus

$$z_W = z + \lambda\,(z - z_L) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 27)$$

Die Ermittlung des nötigen Bremsausmafses z für den ganzen Zug samt Lokomotive ist im Abschnitt VIII und X behandelt. Meist wird aber nicht eine Bremstafel der Werte z, sondern eine solche der Werte z_W benützt, in welcher die Lokomotivbremsung schon näherungsweise in Rechnung gezogen ist, um im Betriebe bei der Bremsberechnung die Lokomotive aufser Betracht lassen zu können. Von selbst fällt die Lokomotive nur dann aufser Betracht, wenn sie nicht mehr und nicht weniger als sich selbst bremst, also wenn stets

$$z = z_L = z_W \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 28)$$

wäre. Wie stark die Lokomotivbremsung zweckmäfsig angenommen werden soll und wie sie näherungsweise in Rechnung zu ziehen ist, wird im nächsten Abschnitt behandelt. Mit den dortigen Annahmen über λ und z_L geht 27) über in

$$z_W = z + \frac{\lambda}{2}\,(z - 25) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 29_1)$$

bezw. für nur 400 *m* Bremsweg

$$z_W = z + \frac{\lambda}{2}\,(z - 30) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 29_2)$$

$$\text{wo } \frac{\lambda}{2} = 0{,}004\,x + 0{,}001\,(y + 10) \quad \ldots\ldots \quad 29_3)$$

VII. Bremsung der Lokomotive.

Die Lokomotive soll nicht stark gebremst in Rechnung kommen (von Gegendruck- bzw. elektrischer Bremse abgesehen), um die Radreifen und Lager zu schonen und für den Fall des Versagens einer Wagenbremse noch eine Reserve zu haben. Am einfachsten wäre mit einer geringen Lokomotivbremsung gleicher Gröfse zu rechnen, ob der Zug viel oder wenig Bremsung erfordert. Da würde sich die Annahme $z_L = 25$ bis 30 Bremsprozente empfehlen, von welchen etwa 20 auch bei schwersten und 25 bei weniger schweren Lokomotiven von Hand zu erzielen sind, und weitere 5 nach 20) vom Mehr an Fahrwiderstand gegen Wagen herrühren (diese sind also auch bei gar nicht gebremster Lokomotive zu rechnen). Von dieser einfachen Annahme wird man aber auf Grund folgender Überlegung abweichen, in der das Gewichtsverhältnis λ zwischen Lokomotive und Zug eine Rolle spielt. Die in 22) für λ angegebene Näherungsformel gilt für den »einfachen« Zug, während im Gefälle die Lokomotive bisweilen einen zwei- oder gar vierfachen Zug zu führen bekommt.

a) Nötiges $z > 25$.

Bei hoher Zugbremsung ist es wirtschaftlich nicht angängig, die Lokomotive nur mit $z_L = 25$ zu bremsen. Man rechnet zweckmäfsig und dem wirklichen Gebrauch ungefähr entsprechend mit dem Mittel zwischen 25 und den für den ganzen Zug erforderlichen z-Bremsprozenten, also $z_L = \frac{25 + z}{2}$ bzw. wie weiter unten erwähnt für Nebenbahnen $z_L = \frac{30 + z}{2}$. Die der Lokomotive auf z fehlende Bremsung mufs vom Zuge gedeckt werden. Der ungünstigste Fall ist daher der einfache Zug, abgesehen von einem noch leichteren Zug bzw. der leeren Lokomotive, für welche $z_L = z$ nicht zu vermeiden ist. Wird darnach z_L in 27) eingesetzt, so ergibt sich für die Berechnung

Digitized by Google

von z_W aus dem zunächst zu ermittelnden z die schon angegebene Formel 29_1)

b) Nötiges $z < 25$.

Ob die Lokomotivbremsung $z_L = 25$ oder darunter näher an z beträgt, jedenfalls gibt die Lokomotive überschüssige Bremskraft an den Zug ab. Daher ist der mehrfache Zug ungünstiger als der einfache. Setzt man in 27) für den einfachen Zug $z_L = \frac{25 + z}{2}$, für den zweifachen Zug $\frac{\lambda}{2}$ statt λ und $z_L = 25$, schliefslich für den vierfachen Zug $\frac{\lambda}{4}$ statt λ und $z_L = 50 - z$, so ergibt sich immer dieselbe Formel 29_1). Die Annahme für den einfachen Zug ist ganz gut, auch die für den zweifachen Zug, während für den vierfachen Zug z_L auf den ersten Blick hoch erscheint. Da aber bei kleinem z, wie etwa in der Wagrechten, die Lokomotive einen vierfachen Zug gar nicht zu führen vermag, dieser vielmehr nur bis etwa $z = 20$ herab vorkommt, so ergibt sich äufserst $z_L = 50 - 20 = 30$, welche Lokomotivbremsung an einem ohnehin nicht häufig vorkommenden vierfachen Zug nicht zu beanstanden ist. Sonach darf die Formel 29_1) bequemerweise sowohl für $z > 25$ wie für $z < 25$ angewendet werden.

In vorstehender Betrachtung ist für leichtere Lokomotiven und insbesondere für den auf Nebenbahnen üblichen Bremsweg von nur 400 *m* statt 25 der Wert 30 zu setzen, zumal die stärkere Bremsung nur für den Fall des Anhaltens und nicht für das Einhalten der Geschwindigkeit erforderlich ist.

VIII. Bremsweg.

Mit den in der Mechanik gebräuchlichen Bezeichnungen s = Weg in *m*, t = Zeit in *sec*, v = Geschwindigkeit in *m/sec*, (hier sonst V in *km/st*) und p = Beschleunigung in *m/sec²* folgt aus den Grundgleichungen $v = \frac{ds}{dt}$ und $p = \frac{dv}{dt}$ durch Entfernen von t und Integrieren der Ausdruck $s = s_0 + \int \frac{v\,dv}{p}$. Mit der Bezeichnung u statt s und Berücksichtigung, dafs V in *km/st* = 3,6 v in *m/sec* ist, ergibt sich der Bremsweg

$$u \text{ in } m = u_0 + \int_{v=y}^{v=o} \frac{V\,d\,V}{3{,}6^2\,p} \quad \ldots . \; 30)$$

wo noch p auszudrücken ist.

Mit der Erdbeschleunigung g in *m/sec²*, dem Gefälle x in ‰, dem Fahrwiderstand w in *kg/t* oder ‰, der Reibungskraft im Zuge samt Lokomotive nach 15) und 23) $R = \varrho \cdot (\Sigma Q = G_B)$ in *kg*, dem Gewicht des Zuges samt Lokomotive G in *kg* und mit Berücksichtigung von rotierenden Massen im Betrage von etwa $6\frac{1}{2}$% der ganzen Masse ist

$$p = \frac{1}{1{,}065}\left(g \cdot \frac{x - w}{1000} - g \cdot \frac{\varrho \cdot G_B}{G}\right) \quad \ldots . \; 31)$$

In manchen Fällen sind die rotierenden Massen zwar gröfser als hier angenommen, wie insbesondere bei elektrischen und Zahnradlokomotiven mit leichtem Zuge. Doch wird man aus diesem Grunde nicht mehrere wenig abweichende Bremstafeln, aufstellen, vielmehr ist bei gleicher Bremstafel eine etwas stärkere Lokomotivbremsung vorauszusetzen, die bei der im vorigen Abschnitt angenommenen mäfsigen Lokomotivbremsung meist ohne weiteres möglich ist und übrigens nicht beim Einhalten der Geschwindigkeit, sondern nur beim Verzögern erforderlich wird. Bei Fahrten der Lokomotive ohne Zug ist die höhere Bremsung ohnehin nicht zu umgehen. Bei aufserordentlich hohem Zuschlag für rotierende Massen sollten diese besonders bremsbar sein.

Der Ausdruck 31) geht mit Einführung der Bremsprozente nach 25) und Voraussetzung des beim Bremsvorgang stets gröfseren letzten Gliedes über in

$$p = -\frac{g}{1065} \cdot (10\,\varrho \,.\, z + w - x). \quad \ldots . \; 32)$$

In 30) eingesetzt und das — Zeichen durch Umkehren der Integralgrenzen entfernt, ergibt sich mit u_0 aus 1) und mit dem ausgerechneten Wert $\frac{1065}{3{,}6^2 . g} = 8{,}2$ die genaue Bremswegformel

$$u = a\,y + \int_{v=o}^{v=y} \frac{8{,}2\,V\,d\,V}{10\,\varrho \,.\, z + w - x} \quad \ldots \; 33)$$

Unter dem Integralzeichen sind ϱ und w keine einfachen Funktionen von V, daher kommt nur eine zeichnerische Integration in Betracht. Da diese zeitraubend ist, wird man sie vornehmlich zur einmaligen Bestimmung der Mittelwerte ϱ_m benützen, die zur Anwendung der bequemen Mittelwertformel nach Abschnitt X nötig sind. Immerhin ist die zeichnerische Integration nach folgender Anleitung nicht gar so umständlich, dafs man sie für die einmalige Aufstellung von Bremsausmafs- und Bremswegtafeln nicht benützen könnte.

Das Integral in 33) kann auch in der Form $\int_{v=o}^{v=y} \frac{d\,(4{,}2\,V^2)}{10\,\varrho \,.\, z + w - x}$ geschrieben werden, ist also die fortlaufende Fläche unter einer Kurve mit den rechtwinkligen Koordinaten $4{,}2\,V^2$ und $\frac{1}{10\varrho . z + w - x}$. Werden nach Textabb. 3 auf der Abszissenachse die Werte $4{,}2V^2$ (zweckmäfsiger Mafstab $1000 = 1\,m = 1\,cm$; $\frac{4{,}2V^2}{1000}$ ist die Geschwindigkeitshöhe in *m*) und darüber die zugehörigen Werte $10\,\varrho \,.\, z + w$ für das betrachtete z (Kurve 1) und das betrachtete x (Gerade 2) aufgetragen (zweckmäfsiger Mafsstab $1\,‰ = 1\,cm$), so ergeben

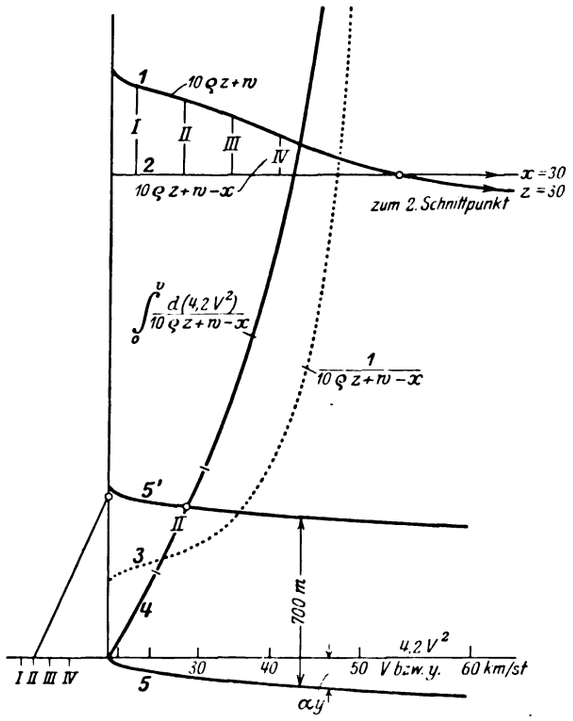


Abb. 3.

sich als Differenz die hervorgehobenen Ordinaten $10\,\varrho \,.\, z + w - x$. Wo diese Null werden (erster Schnittpunkt von 1 und 2), würden die Bremswege ∞, d. h. die Bremsung reicht gerade zur Erhaltung der Geschwindigkeit aus. Bei noch gröfserer Geschwindigkeit ist die Bremsung auch für blofse Geschwindig-

Digitized by Google

keitserhaltung unzureichend, der Zug erfährt eine immer gröfsere Beschleunigung, er »geht durch« und würde (wenn nicht früher Entgleisung eintritt) sich schliefslich der Geschwindigkeit nähern, die dem zweiten Schnittpunkt von 1 und 2 entspricht, wo der hohe Fahrwiderstand die fehlende Bremsung ersetzt. Ist das Gefälle x klein bzw. die Bremsung z grofs, so dafs sich 1 und 2 nicht schneiden, so wird der Zug bei jeder Geschwindigkeit verzögert, er kann nicht durchgehen.

Diese Betrachtung soll nur zum besseren Verständnis der Vorgänge dienen. Praktisch wird man genauer und bequemer 1 und 2 gar nicht zeichnen, sondern den Ordinatenunterschied für V = 5 zu 5 *km/st* rechnerisch bilden und mit den reziproken Werten gleich die punktierte Kurve 3 auftragen (zweckmäfsiger Mafsstab 0,01 = 1 cm). Mit deren fortlaufendem Flächeninhalt als Ordinaten (zweckmäfsiger Mafsstab 10 cm^2 = 100 *m* = 1 *cm*) ergibt sich die Kurve 4 der reinen Bremswege ohne Bereitschaftsweg. Mit verschiedenen in Betracht kommenden Werten x und z ergibt sich eine doppelte Schar dieser Kurven.

Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dafs die Kurven 4 aus den Ordinatenunterschieden der Linien 1 und 2 stückweise unmittelbar gezeichnet werden können. Man nimmt etwa über dem Koordinatenanfangspunkt in der den Mafsstäben entsprechenden Höhe (für die hier vorgeschlagenen Mafsstäbe = 10 *cm*) einen Festpunkt an. Dann trägt man nacheinander die mittleren Höhen I, II, III . . . links vom Koordinatenanfangspunkt auf und findet in der Verbindung mit dem Festpunkt schon die Neigung des entsprechenden Kurvenstückes wie für II gezeichnet. Dieses Verfahren ist bequemer als das Auftragen der reziproken Werte und das Planimetrieren, empfiehlt sich aber weniger, wenn grofse Genauigkeit gewünscht wird.

Trägt man in Textabb. 3 noch die Bereitschaftswege ay als Kurve 5 nach abwärts auf und verschiebt man diese Kurve um den verlangten Bremsweg (für Hauptbahnen meist 700 *m*, für Nebenbahnen 400 *m*) in die Lage 5' nach aufwärts, so ergeben die Schnittpunkte mit den Kurven 4 die entsprechenden Geschwindigkeiten y und damit umgekehrt die nötigen Bremsprozente z. Dabei ist aber zur Sicherheit die im nächsten Abschnitt behandelte Geschwindigkeitsüberschreitung Δ anzunehmen, so dafs die Abszissen nicht 4,2 . V^2 bzw. y^2 sondern 4,2 $(y + \Delta)^2$ bedeuten, während der Bereitschaftsweg nach Abschnitt I nur mit y ohne Δ zu rechnen ist. Würde nur ein bestimmter reiner Bremsweg ohne Bereitschaftsweg u_0 verlangt, also im Interesse der Sparsamkeit für eine gröfsere Geschwindigkeit ein gröfserer ganzer Bremsweg u gestattet, so wäre vorstehende Bestimmung von z entsprechend einfacher.

Als Beispiel ist auf diese Weise Abb. 1, Taf. 30 gezeichnet und zwar für das Gefälle x = 20 ‰ mit den Bremsprozenten z = 20, 30, 40, 50, 70, 100. (Die gleiche Aufgabe ist in Abb. 5, Taf. 31 mit dem im letzten Abschnitt gezeigten ganz anderen Verfahren gelöst.) Würde diese Arbeit noch für eine Anzahl anderer Gefällstufen gemacht, so könnte das nötige Bremsausmafs oder der Bremsweg zu einem gegebenen Bremsausmafs (z. B. für Signalaufstellung) in allen Fällen genau entnommen werden. Statt einer so umfangreichen Arbeit genügt es aber vollständig, diese Ermittlung nur für die Gefällstufen x = o, 20, 40 recht genau durchzuführen, um daraus die Mittelwerte ϱ_m nach Abschnitt x zu ermitteln und dann die einfache Mittelwertformel sowohl für die Bremsausmafs- wie für die Bremswegberechnung benützen zu können.

IX. Sicherheitszuschlag zur Fahrgeschwindigkeit.

Im Betriebe sind aus unrichtiger Geschwindigkeitsschätzung stammende kleine Überschreitungen der gestatteten Geschwindigkeit nicht zu vermeiden, können aber durch etwas angestrengtere Bremsenbedienung unschwer ausgeglichen werden, weshalb in der Rechnung aufser genügend sicheren Annahmen eine besondere Berücksichtigung nicht nötig ist. Die Handbremsung hat ja gegenüber der durchgehenden Bremsung neben grofsen Nachteilen den unbestreitbaren Vorteil, dafs ausnahmsweise ungünstige Einflüsse durch ausnahmsweise Anstrengung ziemlich ausgeglichen werden können.

Anders verhält es sich mit den entgegen dem Willen der Mannschaft eintretenden gefährlichen Geschwindigkeitsüberschreitungen in gröfseren Gefällen. Wenn diese Art der Überschreitung in der Rechnung durch entsprechend sichere Annahmen der Ausgangsgröfsen ihre Deckung findet, so fordert die Rechnung für kleine Gefälle zu grofse Bremsausmafse, während für gröfste Gefälle noch immer zu kleine Bremsausmafse herauskommen. Um mit der Erfahrung gute Übereinstimmung zu erzielen, mufs man zur gestatteten Geschwindigkeit y eine mit dem Gefälle wachsende Geschwindigkeitsüberschreitung Δ hinzuzählen. So erreicht man gute Sicherheit in sparsamer Weise.

Eine Überschreitung der im Gefälle x gestatteten Geschwindigkeit y entsteht aufser bei ungünstigen Reibungsverhältnissen und schlecht bremsbaren Wagen hauptsächlich durch zu spätes Anziehen der Bremsen beim Übergang von einem geringen in das mafsgebende Gefälle. Wenn beim Übergang von der Wagrechten als ungünstigsten Fall die Bremsung um *t sec* zu spät kommt, so wird in dieser Zeit die Geschwindigkeit y um

$$\Delta = t \,.\, 9{,}81 \,.\, \frac{x - 1{,}2\,w}{1000} \,.\, 3{,}6 \; km/st \quad \ldots\ldots \; 34)$$

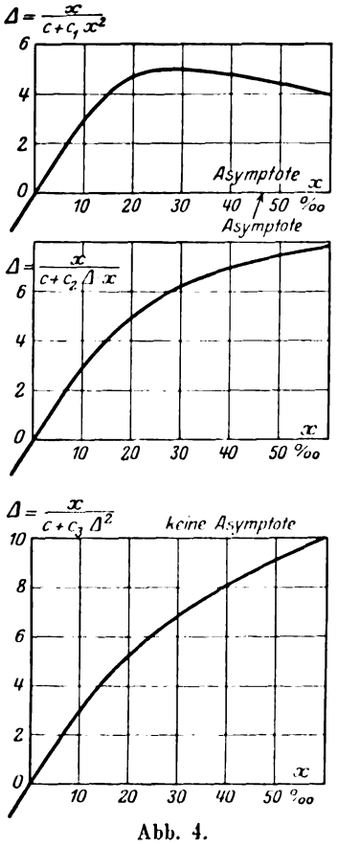


Abb. 4.

überschritten, wo 1,2 w den gering anzunehmenden Fahrwiderstand des Zuges samt Lokomotive ausdrücken soll (siehe Abschnitt V). Die Verspätung t kann in kleinen Gefällen ungefähr der in 2) angegebenen Zeit t_m gleichgehalten werden, ist aber in grofsen Gefällen geringer, weil die Bremser zu rechtzeitigerem und rascherem Handeln getrieben werden.

Je nachdem, ob die Bremser statt durch richtige Beachtung der Streckenverhältnisse erst durch die fühlbare Beschleunigung, oder erst durch die Beschleunigung und schon merkliche Geschwindigkeitssteigerung, oder hauptsächlich erst durch die Geschwindigkeitsüberschreitung zum Handeln veranlafst werden, sind ungefähr die in Textabb. 4 angegebenen drei Zusammenhänge zwischen Δ und x (bzw. x — 1,2 w) anzunehmen. Nach den Erfahrungen in grofsen Gefällen empfiehlt sich zur Sicherheit die ungünstigste dritte Annahme

$$x - 1{,}2\,w = c\,\Delta + c_3\,\Delta^3 \quad \ldots\ldots \; 35)$$

Wird hier für kleine Gefälle das Glied mit Δ^3 weggelassen und x — 1,2 w aus 34) ersetzt, so folgt mit den in 2) für t_m angegebenen Werten $c = \frac{1000}{t_m \,.\, 9{,}81 \,.\, 3{,}6} = \begin{cases} 2{,}91 \\ 3{,}15 \end{cases}$.

Der kleine Unterschied ist ohne nennenswerten Einflufs und um so mehr fallen zu lassen, als im Abschnitt VII für Nebenbahnen etwas stärkere Lokomotivbremsung vorausgesetzt wird,

Digitized by Google

so dafs die Lokomotive etwas weniger Reserve an Bremskraft bietet. Sonach ist mit dem runden Wert $c = 3$ . . . . 36) zu rechnen. Nimmt man weiter nach der Erfahrung schätzungsweise an, dafs in 30 ‰ Gefälle mit etwa $\Delta = 6$ *km/st* die meisten Anstände zu vermeiden sind, so folgt rund

$$c_3 = 0{,}04 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 37)$$

Damit wird

$$x - 1{,}2\,w = 3\,\Delta + 4\,\frac{\Delta^3}{100} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 38)$$

und ausgerechnet

$\Delta =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x - 1{,}2\,w =$	0	3,04	6,32	10,08	14,56	20,00	26,64	34,72	44,48	56,16	70,00

Zur Entnahme beliebiger Zwischenwerte dient die Abb. 1, Taf. 31 und zwar ist zur Bequemlichkeit unter 1,2 w und daraus $x - 1{,}2\,w$ zu finden und damit oben Δ abzulesen. Die Kurve Δ verläuft durch Null nach der negativen Seite diagonal in gleicher Weise, doch kommt praktisch nur das Stückchen bis zur Abszisse $-1{,}2\,w$ für die Fahrt in der Wagrechten in Betracht. Wenn nämlich der Lokomotivführer mit Dampf fährt, dann den Regler schliefst und das Haltsignal gibt, so vergeht bis zum Eintritt der Bremsung die dem Bereitschaftsweg entsprechende Zeit, während welcher die Geschwindigkeit infolge des Fahrwiderstandes um das zu $-1{,}2\,w$ gehörige Δ abnimmt.

X. Mittelwertformel.

Der Integralausdruck 33) in welchem aber nach dem vorigen Abschnitt für die Berechnung von Bremsausmafs- und Bremswegtafeln als obere Grenze $y + \Delta$ statt y zu setzen ist, geht durch Einführung von Mittelwerten für w und ϱ in die einfache Formel über

$$u = a\,y + \frac{4{,}2\,(y + \Delta)^2}{10\,\varrho_m \,.\, z + w_m - x} \quad \ldots\ldots \quad 39)$$

Bei Annahme eines bestimmten Bremsweges u, der in der Regel mit

$$\begin{aligned} u \text{ für Hauptbahnen} &= 700\,m, \\ u \text{ für Nebenbahnen} &= 400\,m \end{aligned} \quad \ldots\ldots \quad 40)$$

vorgeschrieben wird, folgt daraus das nötige Bremsausmafs

$$z = \frac{1}{10\,\varrho_m} \cdot \left[\frac{4{,}2\,(y + \Delta)^2}{u - a\,y} + x - w_m\right] \quad \ldots \quad 41)$$

Mit Weglassung des ersten Klammergliedes ergäbe sich die zur blofsen Geschwindigkeitserhaltung nötige Bremsung, die also auf einer Rampe durchschnittlich angewendet wird, während das erste Klammerglied die zum Anhalten auf u *m* nötige zusätzliche Bremsung bestimmt (der Ausdruck $4{,}2\,(y + \Delta)^2$ ist die Geschwindigkeitshöhe in *mm*).

Diese Mittelwertformeln sind ein vollständiger Ersatz der genauen Integralformel, wenn richtige Werte ϱ_m angewendet werden. Im Gegenteil liefert die graphische Integration, wenn sie nicht besonders genau gemacht wird, ungenauere Werte als die Mittelwertformel mit genügend genauem ϱ_m. Die Bestimmung von ϱ_m aus ϱ ist daher sehr wichtig.

Genau genommen kann in 39) nur vom Mittelwert des ganzen Ausdruckes $10\,\varrho \,.\, z + w - x$ gesprochen werden, die Heraustrennung der beiden Mittelwerte w_m und ϱ_m ist also einigermafsen willkürlich. Wird w_m naheliegenderweise nach 19) als eine Funktion von V angenommen, so ergibt sich ϱ_m nicht nur veränderlich mit V, sondern auch ein wenig veränderlich mit x und z. Beträchtlich ist diese Abhängigkeit nur, wenn nach der Überlegung zu Textabb. 3 der Zug sich dem Durchgehen nähert, also der Bremsweg sehr grofs wird, in welchem Grenzfall $\varrho_m = \varrho$ würde.

An Stelle der Abhängigkeit der Gröfse ϱ_m von z kann auch die Abhängigkeit von u betrachtet werden, da ja die vier Gröfsen x, y, z, u durch die Mittelwertformel in Beziehung stehen. Für einen bestimmten Bremsweg u ist sonach ϱ_m aufser von y nur etwas von x abhängig. Wenn nach dem beschriebenen und in Abb. 1, Taf. 30 angewendeten zeichnerischen Integrationsverfahren etwa für die drei Gefällstufen x = o, 20, 40 ‰ die zu verschiedenen Bremsausmafsen z bei u = 700 *m* Bremsweg gehörigen Geschwindigkeiten $y + \Delta$ möglichst genau ermittelt werden und durch Einsetzen jeder so gefundenen Wertegruppe in die Mittelwertformel der Mittelwert ϱ_m herausgerechnet wird, so ergibt die Auftragung über $y + \Delta$ als Abszissen die in Abb. 2, Taf. 31 gezeichneten drei Kurven. Wie man sieht, erreicht die Abweichung für die extremen Werte x = o und x = 40 nur etwa $^1/_{100}$ des Wertes ϱ_m, wäre also zu vernachlässigen. Für u = 400 *m* verlaufen diese Kurven kaum merklich höher, weil die Abnahme von ϱ_m mit x, wie schon erwähnt, nur bei sehr grofsen Bremswegen beträchtlich ist. Die Abb. 2, Taf. 31 liefert sonach für alle praktischen Fälle richtige Werte, aufser man wollte genaue Bremswegtafeln bis zu sehr grofsen Bremswegen aufstellen.

Die drei Kurven kann man nach Abb. 2, Taf. 31 bequem so festlegen, dafs man von der mittleren Kurve die hervorgehobenen Punkte mit runden Koordinatenwerten und von den beiden anderen Kurven die lotrechten Abweichungen angibt.

Zur Vollständigkeit sei die Berechnung eines Punktes der Abb. 2, Taf. 31 angeführt. Die für x = 20 gezeichnete Abb. 1, Taf. 30 ergibt für z = 30 bei u = 700 *m* Bremsweg 4,2 $(y + \Delta)^2 = 8200$, daraus $y + \Delta = 44{,}2$. Mit zunächst geschätztem Δ ist y etwa = 40, damit aus Abb. 1, Taf. 31 unten $1{,}2\,w = 3{,}36$, $x - 1{,}2\,w = 16{,}74$ und damit aus Abb. 1, Taf. 31 oben $\Delta = 4{,}4$, also y = 39,8 und damit der Bereitschaftsweg 2,7 y = 107,5 oder der reine Bremsweg 700 — 107,5 = 592,5 *m* übereinstimmend mit der Zeichnung. Aus Abb. 3, Taf. 31 ist $w_m = 2{,}49$ und damit $x - w_m = 17{,}51$. Mit diesen Werten berechnet sich $10\,\varrho_m = \frac{1}{30}\left[\frac{8200}{592{,}5} + 17{,}51\right] = 1{,}044$:

Statt der durch graphische Integration gewonnenen Abb. 1, Taf. 30 kann auch die nach Abschnitt XII rein zeichnerisch gewonnene Abb. 5 Taf. 31 dienen, doch ist auf diese Art eine grofse Genauigkeit schwerer zu erreichen.

Der V. d. E. V. hat für die Berechnung der Bremsprozente dieselbe Mittelwertformel 41) benützt, aber mit den schon erwähnten anderen Annahmen für a, ϱ und auch w, ferner ohne Δ und ohne besondere Berücksichtigung der Lokomotivbremsung. Wegen den bedeutenden Abweichungen gegen die Erfahrungen wurden beim ersten und zweiten Klammerglied Berichtigungsfaktoren eingeführt, die eine starke Abhängigkeit von y zeigen und auch eine nicht zu vernachlässigende Abhängigkeit von x vermuten lassen. So waren statt des Bremsausmafses, also einer gesuchten Gröfse, deren zwei aus den Versuchen zu bestimmen, was nicht gut gelingen konnte.

XI. Bremstafel.

Nach den vorstehenden Ausführungen berechnete und graphisch aufgetragene Bremstafeln sind für 700 *m* Bremsweg in Abb. 2 und 3, Taf. 30, für 400 *m* Bremsweg in Abb. 4 und 5. Taf. 30 zu sehen. Da handgebremste Züge nur bis 60 *km/st* zugelassen werden, sind in ersteren zwei Abbildungen die Geschwindigkeiten über 60 *km/st* nur für handgebremste Wagen am Schlusse durchgehend gebremster Züge gedacht. Mit den Bremstafeln des V. d. E. V. sind die Abb. 3 und 5, Taf. 30 oder bequemer folgende abgelesene Zahlentafeln zu vergleichen. Die Tafeln sind bis zu 100 Bremsprozenten und 70 ‰ Gefälle aufgestellt, ohne Rücksicht auf die wirkliche Notwendigkeit. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, dafs das Aufstellen von Bremstafeln nur bis zu mäfsigen Bremsausmafsen und das starke Beschränken der Geschwindigkeiten in grofsen Gefällen zum Teil übermäfsiger Ängstlichkeit und dem Mifstrauen in die Richtigkeit der Bremstafeln entspringt.

Die Berechnung erfolgte mit der Mittelwertformel 41), nachdem die nötigen Werte ϱ_m in Abb. 2, Taf. 31 recht genau angegeben wurden. Der Rechnungsgang ist über den Abb. 2

Digitized by Google

bis 5, Taf. 30 angegeben und möge noch in drei Beispielen gezeigt werden.

1. Beispiel: Gefälle $x = 25\,^0/_{00}$, zulässige Geschwindigkeit $y = 22$ *km/st*, verlangter Bremsweg $u = 700\,m$; also reiner Bremsweg $= 700 - 2{,}7\,y = 640{,}6\,m$. Aus Abb. 1, Taf. 31 unten ist $1{,}2\,w = 2{,}7$, also $x - 1{,}2\,w = 22{,}3$ und damit aus Abb. 1, Taf. 31 oben $\Delta = 5{,}4$, also $y + \Delta = 27{,}4$, $(y + \Delta)^2 = 750{,}76$. Mit dem gefundenen $y + \Delta$ ist aus Abb. 2, Taf. 31 $\varrho_m = 1{,}103$ und aus Abb. 3, Taf. 31 $w_m = 2{,}19$, also $x - w_m = 22{,}81$. Mit diesen Werten ist $z = \frac{1}{1{,}103}\left[\frac{4{,}2\,.\,750{,}76}{640{,}6} + 22{,}81\right] = 25{,}15$. Das Zusatzglied auf z_w, $[0{,}004\,x + 0{,}001\,(y + 10)]\,.\,(z - 25)$, ist hier verschwindend. Dieses Beispiel wurde gewählt, weil auf österreichischen Steilrampen mit $x = 25\,^0/_{00}$ (Semmering und Brenner) für $y = 22$ *km/st* und $700\,m$ Bremsweg das Bremsausmafs $z_w = 25$ als gerade ausreichend erprobt ist.

2. Beispiel: $x = 0\,^0/_{00}$ = Wagrechte, $y = 60$ *km/st*, $u = 700\,m$; $700 - 2{,}7\,y = 538$. Wie im 1. Beispiel ergibt sich $1{,}2\,w = 4{,}56$, $x - 1{,}2\,w = -4{,}56$, $\Delta = -1{,}4$, $y + \Delta = 58{,}6$, $(y + \Delta)^2 = 3434$. $\varrho_m = 0{,}985$, $w_m = 2{,}85$, $x - w_m = -2{,}85$. $z = \frac{1}{0{,}985}\left[\frac{4{,}2\,.\,3434}{538} - 2{,}85\right] = 24{,}3$. Zusatzglied $= -0{,}05$, also $z_w = 24{,}25$. Der in der alten Bremstafel enthaltene Wert $z_w = 21$ ist sicher etwas zu klein. Das ersieht man auch aus dem Vergleich, mit der Tafel für raschwirkende durchgehende Bremsen, die erfahrungsgemäfs nicht zu hohe Werte aufweist und geringere Werte als die Handbremstafel aufweisen soll, hier aber ebenfalls 21 Bremsprozente verlangt.

3. Beispiel: $x = 40\,^0/_{00}$, $y = 20$ *km/st*, $u = 400\,m$; $400 - 2{,}4\,y = 352$. $1{,}2\,w = 2{,}64$, $x - 1{,}2\,w = 37{,}36$, $\Delta = 7{,}3$, $y + \Delta = 27{,}3$, $(y + \Delta)^2 = 745{,}3$. $\varrho_m = 1{,}103$, $w_m = 2{,}18$, $x - w_m = 37{,}82$. $z = \frac{1}{1{,}103}\left[\frac{4{,}2\,.\,745{,}3}{352} + 37{,}82\right] = 42{,}4$. $0{,}19\,.\,12{,}4 = 2{,}4$, $z_w = 44{,}8$. Auf einer österreichischen Steilrampe mit $x = 40\,^0/_{00}$, (Schneebergbahn gegen Kohlenwerk Grünbach) ist für $y = 20$ *km/st* und $400\,m$ Bremsweg das Bremsausmafs $z_w = 46$ als ganz ausreichend erprobt.

Bremstafel für Handbremsung und $700\,m$ Bremsweg.
(Abgelesen aus Abb. 3, Taf. 30).

Mafsgebendes Gefälle in $^0/_{00}$	Fahrgeschwindigkeit in *km/st*.															
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	Bremsausmafs in $^0/_0$															
0	5	5	5	5	5	7	10	14	19	24	31	39	47	57	69	82
1	5	5	5	5	6	8	11	15	20	26	32	40	49	59	71	84
2	5	5	5	5	7	9	13	17	22	27	34	42	51	61	73	87
3	5	5	5	6	8	11	14	18	23	29	36	44	53	63	75	89
4	5	5	5	7	9	12	16	20	24	30	37	46	55	65	77	91
5	5	5	6	8	10	13	17	21	26	32	39	48	57	68	80	94
6	5	5	7	9	11	14	18	22	28	34	41	49	59	70	82	96
7	5	6	8	10	12	15	19	23	29	35	42	51	61	72	84	98
8	6	7	9	11	14	17	21	25	31	37	44	53	63	74	86	100
10	8	9	11	13	16	19	23	27	33	40	47	56	66	78	91	
12	10	11	13	15	18	21	25	30	36	43	51	60	70	82	96	
14	12	13	15	17	20	23	28	33	39	46	54	64	74	86	100	
16	14	15	17	19	22	26	31	36	42	50	58	67	78	90		
18	16	17	19	22	25	28	33	38	45	53	61	71	82	95		
20	18	19	21	24	27	31	36	41	48	56	65	75	86	99		
22	20	21	23	26	29	33	38	44	51	59	68	78	90			
25	23	24	27	30	33	37	42	48	55	64	73	83	96			
30	28	30	33	36	39	44	49	56	63	72	82	93				
35	34	36	38	42	46	51	56	63	71	80	91					
40	39	41	44	48	52	58	64	71	79	89	100					
50	51	54	57	61	66	72	79	87	97							
60	64	67	71	75	81	87	95									
70	78	81	85	90	97											

Bremstafel für Handbremsung und $400\,m$ Bremsweg.
(Abgelesen aus Abb. 5, Taf. 30.)

Mafsgebendes Gefälle in $^0/_{00}$	Fahrgeschwindigkeit in *km/st*.									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	Bremsausmafs in $^0/_0$									
0	5	5	5	7	11	17	24	32	43	56
1	5	5	5	8	12	18	25	34	45	58
2	5	5	6	10	14	20	27	36	47	60
3	5	5	7	11	15	21	28	37	49	62
4	5	5	8	12	16	22	30	39	51	64
5	5	6	9	13	18	24	31	41	53	66
6	5	7	10	14	19	25	33	42	54	68
7	6	8	11	15	20	26	34	44	56	70
8	7	9	12	16	21	28	36	46	58	73
10	9	11	14	18	24	31	39	49	62	77
12	11	13	16	21	26	33	42	52	65	81
14	13	15	19	23	29	36	45	56	69	85
16	15	18	21	25	31	39	48	59	73	89
18	17	20	23	28	34	42	51	62	76	93
20	19	22	26	31	37	45	54	66	80	97
22	21	24	28	33	39	47	57	69	84	
25	24	27	32	37	43	52	62	74	89	
30	30	33	37	43	50	59	70	83	99	
35	35	39	44	50	57	67	78	92		
40	41	45	50	56	64	74	86			
50	53	57	63	70	79	90				
60	66	71	77	85	95					
70	79	85	92							

Diese neuen Handbremstafeln werden vermutlich eine verschiedene Beurteilung erfahren. Wo sie nach der Erfahrung etwas unzureichend scheinen, ist zu vermuten, dafs die Güte der Bremsen und der Bremser etwas gebessert werden könnte; handelt es sich aber um sehr lange Steilrampen, so kommt das am Schlufs des Abschnittes III Gesagte in Betracht. Auch ist an die gemachte Voraussetzung 24) zu erinnern, dafs für eine Spindelbremse nur bis 26 t gebremst zählen; ohne dieser Beschränkung müfsten die Bremsausmafse um ein geringes gröfser sein. Wo hingegen nach der Erfahrung diese Bremsausmafse etwas reichlich scheinen, sind vermutlich über dem Durchschnitt gepflegte Bremsen und sehr gute Bremser, sowie nicht lange Rampen vorhanden.

Immerhin könnten die Bremsausmafse für hohe Geschwindigkeiten und kleine Gefälle etwas gekürzt werden, wenn vereinzelte kleine Überschreitungen des verlangten Bremsweges weniger streng genommen werden, insbesondere beim kurzen Bremsweg von 400 m; eine Kürzung für grofse Gefälle und kleine Geschwindigkeiten ist aber nicht ratsam. Solche Bremstafeln würden sich durch die Annahme in 14) $\varkappa\,\beta$ = etwa 0.25 ergeben.

An dieser Stelle ist noch etwas über das »für die Bremsung mafsgebende Gefälle einer Bremsstrecke« zu bemerken, welches für die Anwendung der Bremstafeln dient, wenn das Gefälle in kurzen Strecken wechselt. Nach den T. V. ist die gröfste Neigung anzunehmen, die sich durch geradlinige Verbindung zweier in einer Entfernung von $1000\,m$ liegender Punkte des betreffenden Streckenabschnittes ergibt. Diese einfache Regel ist ganz gut, ausgenommen bei Gefällsunterschieden über etwa $20\,^0/_{00}$, sowie bei nötigem Anhalten innerhalb der $1000\,m$. Ersterer Fall wird zwar selten, letzterer aber immerhin vorkommen. Wird im Falle der Abb. 6, Taf. 30 der Zug nicht mehr und nicht weniger, als für die Erhaltung der Geschwindigkeit im punktierten Durchschnittsgefälle gebremst, so steigt die Geschwindigkeit von a bis b entsprechend der von $\frac{4{,}2\,V^2}{1000}$ auf $\frac{4{,}2\,V^2}{1000} + h$ zunehmenden Geschwindigkeitshöhe. Ist z. B. die

Digitized by Google

zulässige Geschwindigkeit $y = 20\ km/st$ und hat die Strecke a bis b 30 ‰ Gefälle und 500 *m* Länge mit anschliefsenden Wagrechten, so ist $h = 7{,}5\ m$ und damit die Geschwindigkeit in b 47 *km/st*. In Wirklichkeit ist es etwas weniger schlimm, weil der Zug im punktierten Gefälle nicht nur zur Geschwindigkeitserhaltung, sondern zum Anhalten auf u *m* gebremst werden kann. Ferner steigt mit gröfserer Geschwindigkeit der Fahrwiderstand, dafür nimmt aber die Reibungszahl ϱ ab. Die Betrachtung läfst jedenfalls erkennen, dafs h irgendwie, etwa mit höchstens 5 *m*, zu begrenzen ist und dafs im Falle eines innerhalb der 1000 *m* bei d befindlichen auf Halt stehenden Signals, die Neigung ad und nicht ac als mafsgebendes Gefälle zu nehmen ist.

Über das nötige Bremsausmafs in der Steigung ist zu sagen, dafs es nicht mehr angeht, für grofse Berggeschwindigkeiten, wie insbesondere bei der elektrischen Zugförderung, dasselbe Bremsausmafs wie für die gleiche Talgeschwindigkeit zu verlangen. Es genügen zu Berg für jede Geschwindigkeit die Bremsprozente wie zu Tal für etwa 20 *km/st* bzw. 30 km/st, wenn die Mannschaft erst zu den Bremsen mufs, wie bei handgebremsten Personenzügen und bei durchgehend nichtselbstätig gebremsten Zügen überhaupt, aber mindestens die Bremsprozente, die für die gestattete Berggeschwindigkeit in der Wagrechten nötig sind. Dies genügt auch bei dem Umstande, dafs die nach Abschn. VII im Falle mäfsiger Bremsprozente angenommene kleine Mitbremsung des Zuges durch die Lokomotive bei Abreifsen nicht mehr vorhanden ist.

XII. Allgemeines Ermittlungsverfahren.

Im Abschnitt VIII und X wurde die Ermittlung des Bremsweges bei gegebenem Bremsausmafs oder des nötigen Bremsausmafses bei gegebenem Bremsweg für den Fall gleichbleibender Neigung behandelt. Wechselt die Neigung (samt Bogenwiderstand) innerhalb des Bremsweges, so empfiehlt sich für besondere Untersuchungen folgendes allgemeine Ermittlungsverfahren, welches aus dem vom Verfasser im 1. Heft des vorigen Jahrganges behandelten zeichnerischen Verfahren zur Ermittlung des Fahrtverlaufes eines Zuges einfach in der Weise folgt, dafs die Lokomotivzugkraft durch die entgegengesetzt wirkende Bremskraft ersetzt wird. Das Verfahren eignet sich natürlich auch für den Fall gleichbleibender Neigung und ist in Abb. 5, Taf. 31 für dieselbe Aufgabe wie Abb. 1, Taf. 30 angewendet, um zu zeigen, dafs die beiden ganz verschiedenen Verfahren dasselbe ergeben. Wenn grofse Genauigkeit gewünscht wird, ist das erstere zum Teil rechnerische Verfahren dem letzteren rein zeichnerischen allerdings vorzuziehen.

Das Verfahren besteht darin, dafs über dem Längenprofil die Geschwindigkeitshöhenlinie (Quadrat der Geschwindigkeiten) gezeichnet wird. Dies geschieht bequem und rasch im »Längenprofilraster« mit dem »Bremskraftrechenbild« in der Weise, dafs z. B. bei Bremsung aus 60 *km/st* dem Rechenbild das Gefälle für 55 *km/st* entnommen und im Raster die Gerade dieser Neigung von $V = 60$ bis $V = 50$ gezogen wird, dafs weiter dem Rechenbild das Gefälle für 45 *km/st* entnommen und im Raster fortsetzend die Neigung bis $V = 40$ gezogen wird und so fort bis $V = 0$. Falls der Haltepunkt bestimmt ist, so zeichnet man umgekehrt von diesem zurück, wie in Abb. 5, Taf. 31 angewendet.

Das Längenprofilraster besteht aus dem in passendem Längen- und Höhenmafsstab gezeichneten Längenprofil (mit Berücksichtigung des Krümmungswiderstandes), welches in den Geschwindigkeitshöhen $\frac{4{,}2\ V^2}{1000}$ zu $V = 10, 20, 30 \ldots$ nachzuziehen ist, um das Einzeichnen der Geschwindigkeitshöhenlinie zu erleichtern. Abb. 5, Taf. 31 zeigt als einfachsten Fall unveränderliche Neigung ($x = 20$ ‰).

Das Bremskraftrechenbild zeigt Abb. 4, Taf. 31, wenn es sich um die genaue Behandlung eines bestimmten Falles handelt (Berücksichtigung von G_L, G_{BL}, w_L; G_w, G_{Bw}, w), und Abb. 5, Taf. 31 links unten, wenn mit Bremsprozenten gerechnet wird $\left(z = 100 \cdot \frac{G_{BL} + G_{Bw}}{G_L + G_w}\right)$. Die Abb. 4, Taf. 31 stellt nichts weiter als die Beziehung dar: ohne Geschwindigkeitsänderung durchfahrenes Gefälle in ‰ $= \frac{G_L + G_w}{\varrho\,(G_{BL} + G_{Bw}) + 0{,}001\,(w_L\,G_L + w\,G_w)}$ und besteht aus dem wagrecht aufgetragenen Zuggewicht, daran lotrecht einerseits die Bremskraftskala nach aufwärts und anderseits die Fahrwiderstandsskala nach abwärts, beide im selben Mafsstab; jedoch wird nicht die Kraftskala selbst, sondern die zugehörige ungleichförmige V-Teilung benötigt. Die Abb. 5, Taf. 31 links unten ergibt sich aus Abb. 4, Taf. 31, wenn das gebremste Gewicht z. B. = 100 und das ganze Zuggewicht nacheinander = 100, 200, . . . 1000, . . . angenommen wird, so dafs sich die zugehörigen Bremsprozente $z = 100$, 50, . . . 10, . . . als eine reziproke Skala ergeben. Die Teilungspunkte V der Fahrwiderstandsskala liegen für alle z auf einem Bündel von Geraden; sie werden zu Strahlen aus dem Anfangspunkt, soferne nach Abschnitt VII der spezifische Fahrwiderstand der Lokomotive dem der Wagen gleichgehalten und das Mehr an Fahrwiderstand als Lokomotivbremsung gezählt wird.

Wichtig ist die richtige Annahme der zum Teil in Abhängigkeit stehenden Mafsstäbe. Wird das Längenprofil mit 1000 *m* Länge $= m_z$ *mm* und 1 *m* Höhe $= m_h$ *mm* gezeichnet, so müssen die Mafsstäbe für das Rechenbild 1000 *kg* Zuggewicht $= m_G$ *mm* und 1 *kg* Bremskraft bzw. Fahrwiderstand $= m_R$ *mm* der Beziehung genügen, $\frac{m_l}{m_h} = \frac{m_G}{m_R}$. Z. B. in Abb. 5, Taf. 31 ist $m_l = 200$, $m_h = 10$, $m_G = 20c$, $m_R = 1c$, wo c beliebig sein kann.

Will man auch den Zeitverlauf der Bremsung genau verfolgen, so ist das Rechenbild wie in Abb. 14 durch eine wagrechte V-Teilung und zugehörigen Festpunkt (V) über dem Nullpunkt zu ergänzen. Man braucht dann nur von den Bruchpunkten der gefundenen Geschwindigkeitshöhenlinie Lotrechte zu ziehen und zwischen je zweien, z. B. für $V = 50$ und $V = 40$ eine Parallele zur Verbindung von (V) zu $V = 45$ des Rechenbildes zu zeichnen, um so fortlaufend stückweise die ganze Weg-Zeitlinie zu erhalten.

Mit weiteren Ergänzungen dieses kurz angegebenen Verfahrens könnten auch verschiedene hier nicht angenommene Einflüsse Berücksichtigung finden, wie zunächst der allmähliche und nicht wie im Abschnitt II angenommene plötzliche Anstieg zur Vollbremsung, ferner die Abnahme der Reibungszahl mit der Zunahme der Anprefskraft im Beginn und umgekehrt im Ende der Bremsung, anderseits die vermutliche Zunahme der Reibungszahl mit dem Weg im Beginn der Bremsung, so dafs sich diese beiden Erscheinungen einigermafsen aufheben, ferner die schon am Ende des Abschnittes III betrachtete Abnahme der Reibungszahl mit der Erwärmung, und vielleicht noch anderes. Die Schwierigkeit der Erfassung dieser Einflüsse (wenn nach dem am Schlufs des Abschnittes II Gesagten in Betracht zu ziehen) liegt nicht so sehr in der Rechnung, als in der vorläufig ungenügenden zahlenmäfsigen Kenntnis. Wenn einmal diese vorhanden ist, bleiben noch immer die schwer zu erfassenden Betriebserscheinungen und Unregelmäfsigkeiten auf Grund der Erfahrung zu berücksichtigen.

Digitized by Google

Die Verkehrsstrafse von Kapstadt nach Kairo.

Von Geh. Oberbaurat Professor F. Baltzer.

Der britische Plan einer grofsen, aus Eisenbahnen und Wasserstrafsen zusammengesetzten Verkehrsstrafse von Kapstadt nach Kairo, die das ganze afrikanische Festland von Süd nach Nord durchziehen sollte, stammt aus den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts, ist also noch etwas älter als die Eisenbahnpläne des Kolonialpolitikers Cecil Rhodes, dessen Name durch das nach ihm benannte gewaltige Landgebiet »Rhodesien« verewigt ist. Schon vor ihm hatten Johnston und Stead gefordert, dafs die britischen Besitzungen von Nordostafrika in Uganda mit den britischen Siedlungen in Südafrika durch Angliederung der dazwischen liegenden zentralafrikanischen Gebiete an eine neu zu schaffende durchgehende Verkehrsstrafse verbunden würden. Der Plan wuchs sich allmählich immer mehr zu einem Lieblingswunsch des britischen Imperialismus aus und fand besonders eifrige Förderung durch Rhodes, der durch eine möglichst ausschliefslich über britisches Gebiet zu führende Verkehrsstrafse die Vormachtstellung seines Vaterlandes in Politik und Handel von Afrika befestigen und durch Anschlufs der wichtigsten Eisenbahnen des Landes die strategische Macht Grofsbritanniens im schwarzen Erdteil stärken wollte. Dabei war wohl weniger an einen durchgehenden Personen- und Güterverkehr über die ganze Linie von einem Endpunkt zum andern, für den es an Benutzern und Verfrachtern gefehlt haben würde, gedacht; vielmehr sollte die neue Verkehrsstrafse von allen Seiten möglichst viele Zubringer in sich aufnehmen und so schliefslich zum Rückgrat des ganzen Verkehrs in Afrika werden. Der Plan fand zwar anfangs vielfachen Widerspruch und wurde als abenteuerlich verlacht, gleichwohl hat er sich im Lauf der Jahre im Norden und Süden auf weite Strecken bereits durchgesetzt. Nur in der Mitte, zwischen den Eisenbahnen des Sudans und denen der belgischen Kongo-Kolonie, zwischen El Obeid (Kosti) und Stanleyville, besteht heute noch die beträchtliche Lücke von etwa 1500 km Luftlinie. Ob und wie weit Aussicht vorhanden ist, dafs sich diese Lücke bald schliefst, werden die nachstehenden Darlegungen ergeben, die unsere Leser über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand des Unternehmens unterrichten sollen.

Wie die Übersichtskarte (Abb. 1) erkennen läfst, ist im Norden von Afrika zunächst Schienenverbindung durch die ägyptische Staatseisenbahn von Alexandrien über Kairo bis Luxor, 673 km von Kairo, in der europäischen Vollspur vorhanden. Die Linie folgt von Norden aus dem linken Nilufer bis Salamie und geht daselbst auf das rechte Ufer über. In Luxor wechselt die Spurweite aus der Vollspur in die Kapspur von 1,067 m, die von hier ab für sämtliche folgenden Eisenbahnstrecken der Kap-Kairolinie beibehalten wird. Die Linie von Luxor über Assuan endigt mit 220 km Länge in Schellal, der Station für die alte Tempelstadt Philae, deren grofsartige Ruinen durch die Neuanlagen von Assuan leider unter Wasser gesetzt sind. Zwischen Assuan und Wadihalfa wird die fehlende Eisenbahnverbindung durch die Nilstrecke von 354 km Länge ersetzt, auf der Regierungsdampfer und die Schiffe der Hamburger und Englisch-Amerikanischen Nilgesellschaften den Verkehr stromaufwärts in einer Fahrt von 2½ bis 4 Tagen vermitteln. In Wadihalfa schliefst auf dem rechten Nilufer, den grofsen südwestlichen Nilbogen mit seinen Fällen als Sehne abschneidend, die 917 km lange Sudanbahn über Berber nach Khartum an, die von Kitchener aus Anlafs seines Zuges zur Vernichtung des Mahdi, 1896 bis 1899, wesentlich nach strategischen Rücksichten in wenig mehr als dreijähriger Bauzeit durch seine Eisenbahntruppen hergestellt wurde. Die Linie folgt von Abu Hamed ab dem rechten Nilufer und überschreitet südlich Berber den östlichen Nebenflufs des Nils, den Atbara, auf einer Brücke von sieben Öffnungen zu rund je 44 m Weite*), deren ungewöhnlich rasche Ausführung durch eine amerikanische Brückenbauanstalt damals in der technischen Welt berechtigtes Aufsehen und den Neid der englischen Firmen erregte. Die Bahn wurde später von Khartum in südlicher Richtung auf dem linken Ufer des blauen Nils über Wad Medani nach Sennar fortgeführt und von da in westlicher Richtung den weifsen Nil überschreitend, bis zur Hauptstadt von Kordofan, El Obeid verlängert; eine Weiterführung der Bahn von da in das Gebiet von Darfur dürfte nur eine Frage der Zeit sein. Die Strecke Khartum—Sennar—El Obeid erforderte zwei grofse Stromübergänge, zwischen Khartum und Halfaya über den blauen, und zwischen Goz abu Goma und Kosti über den weifsen Nil. Beide Brücken gehören zu den schwierigsten und gröfsten Bauausführungen von Nordafrika. Die Brücke südlich Khartum besteht bei 518 m Gesamtbreite des blauen Nils, der bei seiner Einmündung in den weifsen Nil die gröfsere Wassermenge führt, aus sieben Stromöffnungen von je 66,6 und vier Flutöffnungen von 12 und 24 m Weite; am nördlichen Brückenende ist eine elektrisch angetriebene Hubbrücke von 34,06 m Spannweite angeordnet. An Stelle des für später vorgesehenen zweiten Kapspurgleises ist vorläufig eine Fahrstrafse über die Brücke geführt. Die Strompfeiler sind aus je zwei Stahlzylindern von 4,88 m unterm Durchmesser gebildet, die bis auf 18,3 m unter das Niedrigwasser des Nils hinabgesenkt werden mufsten. Im Oktober 1910 wurde dieser Bau vollendet. Bei Goz abu Goma dehnt sich das Hochwasser des Stroms von 536 m bis auf 4800 m Breite aus. Die Brücke zeigt neun Öffnungen mit festem eisernen Überbau und eine 74,8 m weite Öffnung, die mit einer handbedienten Drehbrücke überspannt ist. — El Obeid und Kosti sind also heute die beiden südlichen Endpunkte des Nordabschnitts der Kap-Kairolinie, und zwar hat die nur durch die Nilstrecke Assuan—Wadihalfa unterbrochene Strecke Kairo—Kosti eine Gesamtlänge von 2583 km, die ausschliefslich auf ägyptischem und britisch-sudanesischem Gebiet liegen.

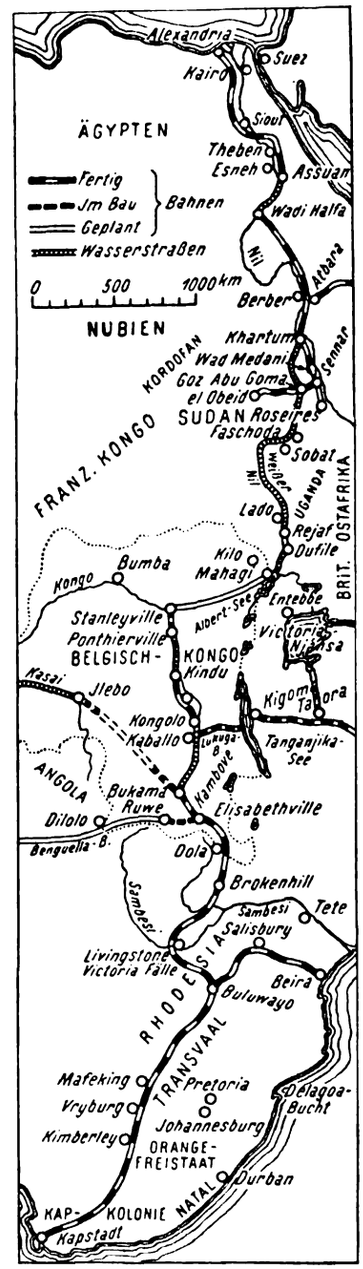


Abb. 1. Übersichtskarte der Kap-Kairo-Eisenbahn.

Im Süden besteht die Eisenbahnlinie einheitlich in Kapspur von Kapstadt bis Bukama am oberen Kongo, der dort schiffbar wird und den Namen Lualaba führt, in einer Gesamtlänge von 4170 km; die letzten 725 km der Katanga-

*) Vergl. Organ 1925, Heft 6, Seite 141.

Digitized by Google

Eisenbahn liegen im Gebiet der belgischen Kongokolonie. Die zusammenhängende südliche Bahnstrecke der Kap-Kairolinie ist also wesentlich länger, als die Nordstrecke. Sie ist von Kapstadt aus ganz allmählich entstanden: während die Vollendung der ersten Strecke Kapstadt—Stellenbosch—Stellington in der Kapkolonie in die Jahre 1862 und 1863 zurückreicht, gelangte die Bahn erst im Jahr 1885 nach der Stadt Kimberley, 1890 nach Vryburg, 1894 nach Mafeking, und im Jahr 1897 nach Bulawayo, der Hauptstadt von Matabeleland. Mit bemerkenswerter Schnelligkeit wurde in Rhodesien der Bahnbau Bulawayo—Brokenhill über Wankie, Livingstone, Victoriafalls und Kafue ausgeführt. Die ganze Strecke von 1057 km wurde in drei Jahren und einem Tage, vom 9. Mai 1903 bis 10. Mai 1906 vollendet. Nach Beginn der Strecke Bulawayo—Livingstone am 9. Mai 1903 fuhr die erste Lokomotive bereits am 10. April 1905 über die neue grofse Brücke an den Viktoriafällen des Sambesi; am 29. Mai 1905 wurde Kalomo, 150 km hinter Victoriafalls, von der Gleisspitze erreicht und der Bau der letzten 452 km bis Brokenhill erforderte nur 346 Tage bis zum 10. Mai 1906; an einem Tage soll der Gleisfortschritt sogar 9,25 km betragen haben! Die Neubaulinie durchschneidet die wertvollen Kohlengebiete von Wankie und ist ausgezeichnet durch die Überschreitung der Viktoriafälle des Sambesi südlich Livingstone auf der berühmten Hochbrücke*), der höchsten Brücke der Erde, die den Strom 500 m unterhalb der Fälle in einer Höhe von 135 m über dem Wasserspiegel überspannt. Die 115 m hohen Wasserfälle bilden mit der Brücke eine hervorragende, vielbesuchte Sehenswürdigkeit Afrikas. Im weiteren Verlaufe forderte noch der Übergang über den Kafueflufs die Ausführung eines Brückenbaues von mehr als 500 m Länge, bestehend aus 13 Öffnungen von je 30,5 m Weite nebst sieben kleineren Tragwerken. Den Weiterbau über Brokenhill zur belgischen Kongogrenze übernahm 1909 die Rhodesia-Katanga-Anschlufs-Gesellschaft (Rhodes.-Katanga-Junction-Comp.) und erreichte ihr Ziel am 12. Dezember 1909. Mit dem Bau der Katanga-Eisenbahn**) in der belgischen Kongokolonie von ihrer Südgrenze über Elisabethville und Kambove nach Bukama, 725 km, fand der südliche Abschnitt der Kap-Kairolinie im Mai 1918 vorläufig seine Vollendung.

Als die rhodesische Eisenbahn 1902 von Bulawayo aus in nordöstlicher Richtung über Gwelo nach Salisbury, der Hauptstadt von Südrhodesien in Maschonaland gelangt war, fafste Rhodes den Plan, seine Kap-Kairolinie von Salisbury aus in nördlicher Richtung über den Sambesi und östlich vom Katangazipfel nach der Südspitze des Tanganjikasees zu führen, diesen See als Schiffahrtstrafse zu benutzen und von seinem Nordende wiederum eine Eisenbahn bis zum südlichen Ende der schiffbaren Nilstrecke herzustellen. Das einzige nicht in britisches Gebiet fallende Stück der Bahn wollte er auf einem von dem damaligen Kongostaat abzutretenden Landstreifen von 25 km Breite verlegen, der von der Nordspitze des Tanganjikasees westlich entlang der damals deutsch-ostafrikanischen Grenze von Uganda verlaufen sollte. Da Deutschland auf Grund der Kongoakte diesem Plan widersprach, versuchte Rhodes bei der deutschen Regierung die Führung der Bahn durch damals deutsches Gebiet entlang dem Ostufer des Tanganjikasees zu erreichen. Das hätte die gestreckteste Linienführung der Bahn von Salisbury über Kituta und Usumbura nach Lado am Nil ermöglicht. Aber nach längeren Verhandlungen scheiderte auch dieser Plan, weil Rhodes die von der deutschen Regierung verlangten Gegenleistungen nicht erfüllen konnte oder wollte. Die hiernach notwendig gewordene Abänderung des Rhodesschen Planes führte zunächst zu der Verschwenkung der Bahnlinie von Bulawayo aus in nordwestlicher Richtung, um den wichtigen Kohlenbezirk von Wankie erschliefsen und an die ihrer Wasserkraft wegen wertvollen Viktoriafälle des Sambesi herankommen zu können. So entstand notgedrungen die starke Ausbiegung der Kap-Kairolinie nach Westen und damit ergab sich im weiteren Verlauf zwingend der Übertritt auf belgisch-Kongolesisches Gebiet, durch den zugleich die Erschliefsung des mineralreichen wertvollen Katangabezirks ermöglicht wurde. Durch die starke Abweichung von der geraden Linie nach Westen, durch den damit verbundenen Umweg und durch den Übergang auf nicht britisches Gebiet hat der ursprüngliche imperialistische Gedanke und Plan der grofsen Verkehrsstrecke zweifellos eine gewisse Beeinträchtigung erfahren, so dafs das Interesse Grofsbritanniens an der Sache etwas erkalten mufste.

Nördlich Bukama findet die Katangabahn ihre Fortsetzung bis Stanleyville durch den südlichen Teil des sogenannten »Transcongolais«, d. i. die aus zwei Wasserstrafsen und zwei Eisenbahnstrecken zusammengesetzte belgische Verkehrsstrafse, nämlich: die Lualabastrecke von Bukama bis Kongolo, 640 km, die Bahnstrecke Kongolo-Kindu, 355 km, die obere Kongostrecke von Kindu bis Ponthierville, 320 km, und die Bahnstrecke Ponthierville—Stanleyville, 127 km. Die beiden Umgehungsbahnen sind von der Gesellschaft der Oberkongobahnen (Compagnie des chemins de fer du Congo Supérieur aux Grands Lacs Africains) in den Jahren von 1903 bis 1906 und von 1906 bis 1910 in der 1m-Spur hergestellt worden; beide Linien dienen zur Umgehung der Kongo-Schnellen und -Fälle und vermitteln lediglich den durchgehenden Verkehr zwischen den End- und Umschlagstationen, der aber bisher einen nennenswerten Umfang nicht erlangt hat. Ortsverkehr und Zwischenstationen fehlen diesen Umgehungsbahnen, was bemerkenswert ist, noch vollständig. Die Linien und Geländeverhältnisse sind nicht ungünstig, wenn auch zahlreiche, tief eingerissene Wasserläufe überschritten werden müssen. Die gröfsten Steigungen überschreiten nicht 20 ‰ = 1 : 50, bei schärfsten Krümmungen von 100 m Halbmesser. Der Oberbau besteht aus 7 m langen Breitfufsschienen von 24,4 kg/m Gewicht die auf acht, in Krümmungen neun Querschwellen ruhen. Die Anfangs verwendeten hölzernen Schwellen, die sich wegen des Termitenfrafses von nur kurzer Lebensdauer erwiesen, werden durch eiserne Schwellen von trogförmigem Querschnitt, 1,75 m lang und 30,8 kg schwer, ersetzt.

Die Fortsetzung des »Transcongolais« durch den 1600 km langen grofsen nordwestlichen Kongobogen von Stanleyville bis zum Stanleypool und über Kinshasa nach Leopoldville und durch die daselbst anschliefsende untere Kongo-Umgehungsbahn Leopoldville—Matadi ermöglicht zwar die Ausfuhr von den belgischen Häfen am Unterkongo, kommt aber für die Kap-Kairolinie nicht mehr in Betracht. Im Ganzen hat der »Transcongolais« als Ausfuhrlinie des Katangabezirks nach dem Weltmeer die auf ihn gesetzten Hoffnungen hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit stark enttäuscht, weil, abgesehen von dem ungeheuren Umweg des grofsen Kongobogens bis Matadi — 3912 km gegen 1650 km Luftlinie — das siebenmalige Umladen der Durchgangsgüter zwischen Schiff und Bahnwagen, und die Unsicherheit der hier noch ganz ungeregelten Wasserstrafsen mit ihren stark schwankenden Wasserständen und der häufig wechselnden Fahrrinne den durchgehenden Verkehr empfindlich beeinträchtigen.

Infolge dieser Erkenntnis entschlofs sich die belgische Kolonialverwaltung, eine Abkürzungsbahn von Bukama in nordwestlicher Richtung nach Jlebo am Kasai, über 1000 km, herzustellen, durch die, mit Benutzung der schiffbaren Kasai- und Kongo-Strecken, der grofse Kongobogen abgeschnitten, der Weg bis Matadi um rund 1300 km verkürzt und die Zahl der Umladungen auf drei eingeschränkt wird. Diese Bauausführung durch den Urwald wurde 1924 von beiden Endpunkten aus in Angriff genommen und soll bei möglichster Beschleunigung in etwa fünf Jahren vollendet sein.

*) Vergl. Organ 1925, Heft 6, Seite 141.
**) Ein Aufsatz über diese Bahn folgt in der nächsten Nummer.

Digitized by Google

Was nun die Ausfüllung der bestehenden Lücke in der Kap-Kairolinie zwischen Stanleyville und Kosti anlangt, so ist zunächst der weifse Nil südlich Kosti stromaufwärts schiffbar über Lado und Gondokoro hinaus bis Réjaf und mit Auschlufs des durch Stromschnellen behinderten 150 km langen Abschnittes Réjaf-Dufilé bis zum Albertsee. Für eine Eisenbahn von Stanleyville in nordöstlicher Richtung durch das Urwaldgebiet des Aruwimi zum Albertsee, nach Mahagi, 750 bis 800 km, besitzt zwar die Oberkongo-Eisenbahngesellschaft bereits seit dem Jahr 1902 eine Konzession, aber die Ausführung dieser Linie hat sich bisher nicht verwirklichen lassen, da die Gesellschaft das Wagnis und die hohen Kosten dieser Bahn nicht auf sich nehmen wollte. Auch für die notwendige Umgehungsbahn der Nilstrecke Réjaf-Dufilé ist bisher weder bei der britischen Kolonialregierung noch bei irgend einem privaten Unternehmer ein Interesse bemerkbar geworden. Alle diese Pläne scheinen auch für die belgische Kolonialverwaltung ihren Anreiz verloren zu haben, seitdem sie sich für die nordwestliche Ausfuhrlinie des Katangabezirks von Bukama über Jlebo nach den belgischen Häfen am Unterkongo mit besonderem Nachdruck einsetzt.

In den letzten Jahren sind allerdings in der Nordostecke der Kongokolonie bei Kilo und Moto in dem Gebiet nordwestlich des Albertsees reiche Goldgruben entdeckt worden, deren Ausbeute mit Erfolg in Angriff genommen werden konnte. Als Vorläufer künftiger Bahnverbindungen ist 1924 eine Kraftwagenstrafse von Réjaf am Nil in südwestlicher Richtung nach Niangara am Uelleflufs hergestellt worden. Auch werden nach einer Mitteilung des früheren belgischen Kolonialministers Franck Vorarbeiten für eine Eisenbahn vom mittleren Kongo nach Kilo und Moto ausgeführt, die geeigneten Falles später zum Albertsee verlängert und an die schiffbare Nilstrecke angeschlossen werden soll. Wenn diese Eisenbahn verwirklicht wird, so würde sich damit ein wesentlicher Teil der Lücke in der Kap-Kairolinie schliefsen.

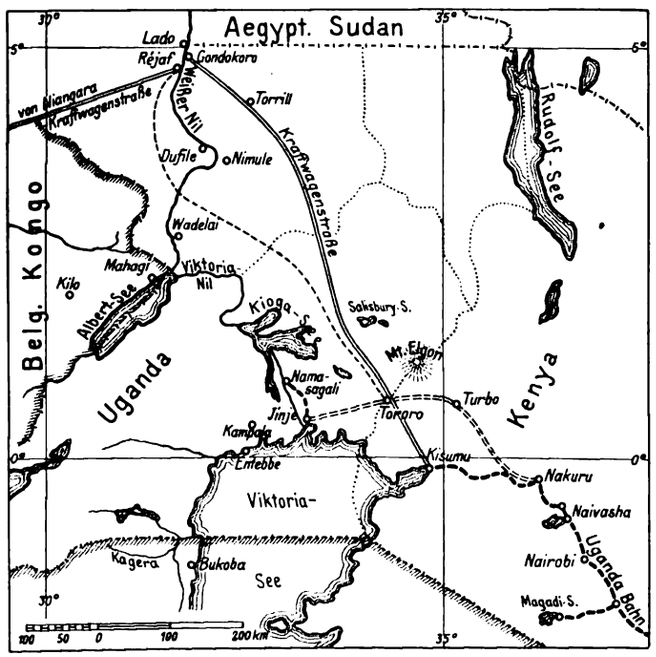


Abb. 2.

Ferner hat ein nach Ostafrika zur Begutachtung der dortigen Eisenbahnpläne entsandter britischer Studienausschufs vorgeschlagen, im Tanganjikagebiet die Eisenbahnverbindung Tabora-Muansa und in Nord-Uganda nördlich des Viktoriasees eine Eisenbahn von Tororo nach dem Nil herzustellen. Tororo ist eine an der Grenze zwischen Uganda und Kenya gelegene Station der von Nakuru aus der Uganda-Eisenbahn in nordwestlicher Richtung abzweigenden, im Bau befindlichen Seitenbahn, die über Turbo, südlich am Mount Elgon vorbei, nach Jinja am Nordufer des Viktoriasees geführt werden soll. Die vorgeschlagene Eisenbahn von Tororo zum Nil würde, wie die Kartenskizze (Abb. 2) veranschaulicht, zwischen den Seen von Kioga und Salisbury hindurch, den Nil zwischen dem Albertsee und Nimule oder in Nimule selbst erreichen können; auch könnte sie nach einem Vorschlag der »Times« zwischen Albertsee und Réjaf auf das linke Nilufer hinüber und von da nach Réjaf geführt werden, um einen Bahnanschlufs von Kilo und Moto her, westlich des Albertsees, bequemer aufzunehmen. Neben diesem Eisenbahnplan und gewissermafsen als sein Vorläufer ist von der britischen Kolonialverwaltung eine Kraftwagenstrafse von Kisumu (Port Florence), dem westlichen Endpunkt der Ugandabahn am Viktoriasee, nach Mongalla, nach dem südlichen Endpunkt der sudanesischen Dampferlinie auf dem Nil bei Gondokoro, etwa 660 km lang angelegt worden. Diese ist in der trockenen Jahreszeit gut benutzbar für Reisende, die sich ihren Kraftwagen selbst mitbringen; ein regelmäfsiger Fahrdienst ist aber noch nicht eingerichtet. Der Bau der Schienenverbindung Tabora-Muansa, etwa 340 km, wurde schon unter der Deutschen Herrschaft geplant, die Ausführung bietet keine Schwierigkeiten und wird, auch aus andern Rücksichten, zweifellos früher oder später erfolgen müssen. Wenn dies geschehen, kann der einzelne Reisende die ganze Reise von Kapstadt bis Kairo mittels bequemer mechanischer Hilfsmittel zurücklegen. Von Bukama würde die Lualabastromstrecke bis Kabalo, von da die Lukugabahn bis Albertville am Tanganjikasee, sodann der Dampfer des Tanganjikasees nach Kigoma, ferner die ehedem deutsche Tanganjikabahn bis Tabora, die Bahn Tabora-Muansa, der Dampfer des Viktoriasees von Muansa nach Kisumu, von da die Kraftwagenstrafse bis Mongalla oder Gondokoro, weiter die Nilstrecke stromab bis Kosti zu benutzen sein. Von Kosti bis Kairo steht der fertige Nordabschnitt der Kap-Kairolinie zur Verfügung. Die Reiselinie würde im ganzen etwa 11 745 km umfassen und die Reise nach Verbesserung und Anpassung der Fahrpläne und Anschlüsse, etwa 35 bis 36 Tage erfordern.

Wenn nun eine solche Reise auch für den Geschäfts- und Vergnügungsreisenden, den Jäger, Sportfreund und Weltbummler ihren Reiz haben mag, so ist doch nicht zu verkennen, dafs die Kap-Kairolinie als Verkehrsstrafse für den durchgehenden Gütermassenverkehr in absehbarer Zeit nicht in Betracht kommt. Denn für eine Bahnverbindung in Afrika von Süd nach Nord und umgekehrt kann, wie auch in englischen Fachkreisen*) geltend gemacht wird, ein Bedürfnis nicht anerkannt werden. Die grofsen Ausfuhrgebiete im innern Afrika zwischen Äquator und dem 20. Grad südlicher Breite verfrachten ihre Güter nach den nächstgelegenen Häfen: Beira, Daressalam, Mombassa an der Ostküste, Lobitobucht, Boma, Matadi an der Westküste. Kapstadt und Kairo kommen hierfür als Verschiffungshäfen nicht in Frage und ein wirtschaftlicher Nutzen der Kap-Kairobahn könnte demnach nur südlich von Rhodesien und nördlich des Albertsees zur Geltung kommen. Dieses grundsätzliche Bedenken gegen den wirtschaftlichen Wert der Kap-Kairolinie können auch ihre eifrigsten Verfechter nicht entkräften.

Eine wesentliche Änderung würde in dieser Beziehung eintreten wenn etwa, abbauwürdige Mineralien oder sonstige wertvolle Rohstoffe in dem Gebiet der Kap-Kairolinie gefunden werden sollten, die eine gewinnbringende Industrie ins Leben rufen oder deren Verfrachtung der herzustellenden Eisenbahn zu einer baldigen befriedigenden Rente verhelfen würde.

*) Vergleiche Archiv für Eisenbahnwesen 1920, Seite 808: Sir Alfred Sharpe's Gegenbemerkungen gegen den Plan der Kap-Kairo-Bahn.

Digitized by Google

Signaltechnische Mittel gegen das Auffahren von Zügen.

Von **H. Möllering**, Oberbaurat a. D., Professor, Dresden.

Der überaus schwere Eisenbahnunfall vor dem Personenbahnhof München-Ost am Pfingstmontag den 24. Mai d. J., bei dem 27 Personen getötet, etwa 150 Personen mehr oder weniger schwer verletzt und sehr grofse Sachwerte zerstört worden sind, läfst so recht die schwere persönliche Verantwortung der Eisenbahnbetriebsbeamten in die Erscheinung treten. Jedes Eisenbahnunglück mufs daher sorgfältig darauf untersucht werden, auf welche Mängel der technischen Einrichtungen oder Fehler in der Betriebsführung es zurückzuführen ist. Die Auswertungen dieser Untersuchung geben dann wertvolle Unterlagen für Verbesserungen und Vervollkommnungen der Betriebseinrichtungen und -Vorschriften.

Die Betriebslage zur Zeit des Eisenbahnunglücks in München war nach der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, Nr. 22 vom 3. Juni 1926 folgende:

»Infolge des starken Pfingstverkehrs konnte der Personenzug 820 nicht sofort in den Bahnhof München-Ost gelassen werden; er mufste also vor dem Einfahrtsignal gestellt werden und dort eine Weile warten. Mittlerweile war der durchgehende Personenzug 814, der etwa 30 Min. Verspätung hatte, fällig geworden. Der Blockwärter der Zwischen-Blockstrecke bei Berg am Laim, die unweit München-Ost liegt, gab dem Zug 814 Haltsignal. Dieses Haltsignal hat der Führer des Personenzuges 814 überfahren. Als der Zug 814 sich eben dem Bahnhof München-Ost näherte, hatte der Bahnhof dem Lokomotivführer des Zuges 820 am Einfahrtsignal bereits freie Fahrt gegeben; der Zug hatte sich auch schon in Bewegung gesetzt und war einige Wagenlängen weit gefahren, als der Zug 814 mit einer Geschwindigkeit von 60 km/Std angefahren kam. Der Lokomotivführer des Personenzuges 814 hatte das Einfahrtsignal vor München-Ost auf freier Fahrt stehen sehen und war deshalb der Meinung, dafs einer ungehinderten Einfahrt kein Hindernis entgegen stehe. Erst auf verhältnismäfsige kurze Entfernung gewahrte er eines der Schlufslichter des eben in Bewegung gekommenen Zuges 820. Er gab sofort Notbremse; trotzdem erfolgte der Anprall mit grofser Gewalt.«*)

Auf welche Ursache das Überfahren des Blocksignals bei Berg am Laim wirklich zurückzuführen ist, mag dahingestellt sein. Jedenfalls treten hier wie bei so vielen anderen Unfällen der letzten Zeit die Beziehungen zwischen dem Lokomotivführer und den Signalen in den Vordergrund der kritischen Untersuchungen.

Beachtet ein Lokomotivführer ein Signal nicht oder erscheint dem Lokomotivführer ein falsches Signal, so ist gröfste Gefahr im Verzug. Die wichtigsten Signale, die der Lokomotivführer zu beachten hat und auf die wir uns hier beschränken wollen, sind die Hauptsignale und die Vorsignale. Beide genügen an sich den an sie zu stellenden Forderungen. Sie sind technisch möglichst vollkommen ausgebildet und haben eine eindrucksvolle, bei Tag und Nacht weit sichtbare Form, die ständig in der Erscheinung bleibt. Diese Signale haben nur insoweit einen Mangel, als sie nur auf das Auge wirken und den Lokomotivführer nur anregen, nicht aber zwingen können etwas zu tun, also den Dampf abzustellen oder die Bremsen einzusetzen. Wenn man diesen Mangel beseitigen könnte, so käme man in der Eisenbahnsicherung einen grofsen Sprung vorwärts. Das sieht auch jeder Laie und daher ist es nicht verwunderlich, wenn nach jedem schweren Eisenbahnunfall nach Art des Müncheners die Eisenbahnverwaltung mit Vorschlägen überschüttet wird, die dahin zielen, dem einem Haltsignal sich nähernden Lokomotivführer entweder noch ein besonderes Signal zu geben, das, abgesehen von den nicht überall verwendbaren sehr lauten Knallgeräuschen, nur durch Vorrichtungen auf der Maschine erreicht werden kann, oder ihm die Gewalt über die Maschine durch selbsttätiges Abstellen des Dampfes und Einsetzen der Bremsen zu nehmen. Mit einer dem Eisenbahnfachmann unverständlichen Leichtfertigkeit übergehen dabei die meisten Erfinder die eigentliche Schwierigkeit, die darin liegt, irgend eine Kraft, und mag sie auch noch so winzig sein, vom Oberbau auf die fahrende Maschine zu übertragen. Diese in erster Linie zu lösende Aufgabe ist nicht neu; sie ist fast so alt wie die Eisenbahn selbst, und daher sind auch wirklich neue Vorschläge zur Lösung dieser Aufgabe kaum noch zu erwarten*). Man hat seit jeher alle möglichen der Technik zur Verfügung stehenden Mittel versucht. Es sind mechanische, magnetische, elektrische, und lichttechnische Mittel in den verschiedensten Formen vorgeschlagen und auch praktisch im Betriebe erprobt worden. Die deutschen Bahnen haben für die Erprobung aller beachtlichen Vorschläge immer gern die Mittel zur Verfügung gestellt. Bei den Haupt- und Nebenbahnen mit gemischtem Betriebe hat aber bisher noch kein Versuch ein befriedigendes Ergebnis gehabt. Selbst die Funktechnik hat trotz ihrer erstaunlichen Leistungen diese Aufgabe bisher nicht zu lösen vermocht. Es ist auch wohl nicht damit zu rechnen, dafs sie in der nächsten Zukunft das so heifs erstrebte Ziel erreichen wird. Auch im Auslande ist man nicht weiter, wenngleich dort vielfach wesentlich günstigere Witterungsverhältnisse vorliegen. Gerade unsere ungünstigen Witterungsverhältnisse und die vielen wechselnden nicht voraussehbaren Unregelmäfsigkeiten und Zufälligkeiten bei den Bahnen mit gemischtem Betriebe bilden überaus schwer zu überwindende Hindernisse zu einer einwandfreien Lösung dieser Aufgabe.

Solange man nicht eine befriedigende Übertragungseinrichtung erfunden hat, die mit grofser Zuverlässigkeit auf allen Strecken eines zusammenhängenden Netzes gleichartig Verwendung finden kann, ist auch die Beschäftigung mit der Frage müfsig, wie man eine auf die Maschine übertragbare Kraft ausnutzen soll, ob nur zur Auslösung eines zusätzlichen (hörbaren und sichtbaren) Signals oder zum Abstellen der Lokomotivkraft oder Einsetzen der Bremsen. Die Beschäftigung mit all diesen Fragen ist gewifs sehr reizvoll, sie führt praktisch z. Zt. aber noch zu keinem Fortschritt.

Wir tun daher gut, uns auf die Frage zu beschränken, wie von aufsen her die Aufmerksamkeit des Lokomotivführers besser wachgehalten oder wie ein vorübergehendes Nachlassen seiner Aufmerksamkeit, eine verträumte Sekunde unschädlich gemacht werden kann.

Zu der ersten Frage will ich nur kurz darauf hinweisen, dafs man in dieser Richtung bisher schon alles mögliche getan hat. Bei Nebel läfst man z. B. vor den Vorsignalen Knallpatronen auslegen, wenn ein Haltsignal zu erwarten ist. Ferner hat man durch auffällige Landmarken auf die Standorte der Signale hingewiesen. Die zweckmäfsigste Form solcher Landmarken wird z. Zt. durch Versuche festgestellt. Grofs wird ihr signaltechnischer Nutzen jedoch nicht sein; sie sind aber vorzüglich geeignet die Streckenkenntnis des Lokomotivführers bei Nacht wachzuhalten. Der Nutzen der Knallpatronen wird dort, wo sie in regelmäfsiger Benutzung sind, von vielen stark angezweifelt.

Was die zweite Frage anlangt, so liegt es auf der Hand, dafs bei einer Deckung jeder Gefahrstelle durch zwei genügend weit hintereinander liegende Signale das Übersehen eines Signales noch nicht gefährlich werden kann. Von diesem Mittel

*) „Die Reichsbahn", Nr. 23, S. 345 enthält einen Übersichtsplan zu diesem Unfall.

*) Vergl. meine Abhandlung hierüber in Nr. 16 und 17 der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1920, S. 175 und ff.

Digitized by Google

macht man bei der Eisenbahn zur Zeit nur in seltenen Fällen Gebrauch, wohl nur bei den Blockschutzstrecken, die hin und wieder vor Blockstellen mit Abzweigung, seltener vor Bahnhöfen, angewendet werden, um die Fahrten auf der abzweigenden Strecke oder dem ablenkenden Ausfahrgleise gegen die Flanke zu sichern. Das Mittel ist bei den Betriebsbeamten allerdings nicht beliebt, weil es einer dichten Zugfolge hinderlich ist. Abmindern kann man diesen nachteiligen Einflufs aber durch die Beschränkung der Schutzstrecke auf die geringst zulässige Länge.

Auf Linien mit gemischtem Betriebe ohne Blockschutzstrecken mufs aus sicherheitlichen Gründen eine Blockstrecke aufserhalb der Bahnhöfe mindestens 1500 m lang sein, damit ein Zug von 600 m Länge, dessen Spitze etwa 200 m vor dem Blocksignal zum Halten gekommen ist, noch eine freie Strecke von Bremsweglänge (700 m) zu seiner Sicherheit hinter sich hat, weil dann ein nachfolgender Zug, der versehentlich erst an dem den abgesperrten Zug deckenden Hauptsignal zu bremsen anfängt, noch vor dem Zugschlufs des haltenden Zuges zum Stehen gebracht werden kann. Fängt der nachfolgende Zug auch bei diesem Hauptsignal noch nicht an zu bremsen, so ist ein Zusammenstofs auch bei einer gröfseren Sicherungsstrecke nicht unwahrscheinlicher und somit auch die Zugabe einer gröfseren Schutzstrecke nicht notwendig.

Auf Linien mit Blockschutzstrecken kann man dagegen die Signale erheblich näher stellen, unter Umständen in rund 800 m Entfernung. Jeder vor einem Signal gestellter Zug hat dann hinter sich zwei Hauptsignale in der Haltlage und drei Vorsignale in der Warnstellung, insgesamt also fünf Signalbilder, die der Lokomotivführer eines nachfahrenden Zuges sämtlich aufser Acht lassen müfste, bevor er den abgesperrten Zug erreicht.

In dieser Häufung der Schutzsignale liegt zweifellos eine sehr grofse Sicherheit. Andererseits ist nicht zu verkennen, dafs eine solche Häufung auch eine starke Anspannung des Lokomotivführers mit sich bringt. Man wird dieses Mittel daher nicht durchweg anwenden können, sondern nur dort, wo erfahrungsgemäfs die Sicherheit aufgebessert werden müfste, also vornehmlich auf den dichtbelegten Strecken vor den gröfseren Bahnhöfen. Dieses Mittel wird auch bei dem gewöhnlichen Streckenblocksystem nicht gut zur Anwendung kommen können, weil es eine starke Vermehrung des Personals mit sich bringen würde. Die technischen Einrichtungen hierfür liefsen sich wohl schaffen; sie würden allerdings nicht sehr einfach werden, denn namentlich das Streckenende würde Schwierigkeiten bieten, da hier die stufenweise Freigabe der Nachfolgesignale in dieselbe Hand (Signalwärter bzw. Fahrdienstleiter) der Blockendstelle zu legen ist.

Beim selbsttätigen Streckenblocksystem dagegen würden die Signalabhängigkeiten sich viel einfacher gestalten; zudem würden alle Bedienungskosten erspart werden. Wenn bei einer solchen selbsttätigen Streckensicherung, ihrem Zweck entsprechend, von der Aufstellung eines Wärters bei jeder Signalstelle abgesehen wird, so mufs auch von dem Grundsatze abgegangen werden, dafs ein Haltesignal ohne besondere schriftliche Anweisung nicht überfahren werden darf; denn ein Haltsignal kann auch die Folge einer Störung sein und Störungen können nicht vermieden werden. Trifft beim selbsttätigen Blocksystem ein Zug ein Haltsignal, so mufs er, unter Umständen nach einer gewissen Wartezeit, so lange mit besonderer Vorsicht fahren, bis wieder ein Fahrsignal ihm die Weiterfahrt mit voller Geschwindigkeit gestattet. Man erhält dann die bedingte Raumfolge, die natürlich nicht die gleiche Sicherheit bieten kann wie die unbedingte.

Durch die Eisenbahnbau- und Betriebsordnung ist aber das Überfahren eines auf Halt stehenden Signals durch einen Zug ohne besonderen Auftrag unbedingt verboten. Bei den Haupt- und Nebenbahnen kann also die selbsttätige Streckensicherung zunächst nicht eingeführt werden. Es fragt sich aber, ob man hieran dauernd festhalten kann. Die Vorschrift stammt noch aus einer Zeit, als man keine selbsttätig wirkende Signaleinrichtungen für die Streckensicherung kannte. Wenn mit diesen der Betrieb gleich gut und gleich sicher geführt werden kann, so liegt kein Grund vor, sie nicht auch auf den Haupt- und Nebenbahnen zuzulassen.

Dafs eine selbsttätig wirkende Streckensicherung den Betrieb ungünstig beeinflussen wird, ist nicht zu erwarten. Im Gegenteil, der Betrieb wird durch sie beweglicher, weil sofort nach der Räumung eines Streckenabschnittes dessen abhängiges Signal wieder in die Fahrlage gestellt wird. Kein Zug wird unnötig aufgehalten, weil das Spiel der Kräfte durch nichts verzögert werden kann. Die Zugfolge kann darum sogar verkürzt werden.

Ein Vergleich beider Systeme in sicherheitlicher Hinsicht mufs davon ausgehen, welche Störungen in den Anlagen entstehen und welche Folgen diese haben. Bei dem Handsystem entstehen Störungen nur durch Bedienungsfehler, die bei der grofsen Vollkommenheit aller Einrichtungen und ihrer zwangläufigen Abhängigkeiten zwar selten eintreten aber doch nicht ganz zu vermeiden sind. In solchen Störungsfällen wird das Personal, das darauf nicht immer sorgfältig eingelernt ist, leicht unsicher. In der Aufregung und unter dem Drange der Arbeit erfolgen dann auch leicht unzulässige Eingriffe und Fehlmeldungen, wodurch auch schon mehrfach Eisenbahnunglücke entstanden sind.

Beim rein selbsttätigen Blocksystem scheiden dagegen alle Störungen aus, die infolge menschlicher Schwächen möglich wären; nur aus der Anlage können Störungen entstehen und diese hängen im wesentlichen davon ab, mit welcher Sorgfalt die Bahnunterhaltungsarbeiten ausgeführt werden. Die Störungen beschränken sich immer nur auf einen Streckenabschnitt und sie haben zur Folge, dafs die Strecke gesperrt wird. Bedenklich erscheint zunächst allerdings der Fall, dafs ein Signal einmal in der Fahrlage stehen bleibt. Das kann vorkommen, aber dann bleibt bei einer vollkommenen Streckensicherung das vorher stehende Signal in der Haltlage. Die Züge werden hier zunächst aufgehalten. Gibt man dann die Vorschrift, dafs erst nach einer gewissen Wartezeit der Zug vorsichtig weiterfahren und das vorsichtige Fahren erst beim übernächsten auf Frei stehenden Signal eingestellt werden darf, so ist auch dieser Fall nicht besorgniserregend.

Vom Betriebs- und Sicherheitsstandpunkte aus dürfte also kaum ein Grund gegen die Einführung der selbsttätigen Streckensicherung auch auf den Haupt- und Nebenbahnen vorliegen. Die guten Erfahrungen, die man auf den städtischen Schnellbahnen mit der selbsttätigen Streckensicherung gemacht hat, sollten wenigstens dazu führen, damit in verschiedenen Direktionsbezirken auf den Vorortstrecken der gröfseren Bahnhöfe Versuche anzustellen. Die Bedingungen dafür, nämlich ergiebige Stromquellen, sind dort allenthalben erfüllt. Die Erhöhung der Betriebssicherheit, die die Einfügung der Blockschutzstrecken hier gewährt, dürfte ein genügender Anlafs für solche Versuche sein*).

Diese Betrachtungen, die bei der ersten Zeitungsmeldung über die Betriebsverhältnisse bei dem Münchner Unfall sich aufdrängten, führen noch zu einem anderen Vorschlag signaltechnischer Art, der jedoch weniger durchgreifend ist, dafür aber auch leichter, schneller und billiger durchgeführt werden kann. In München war der Zug 820 vor dem Einfahrtsignal zum Halten gekommen. Als das Einfahrtssignal gezogen wurde,

*) Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat bereits auf einer Berliner Vorortsstrecke Versuche mit der selbsttätigen Streckenblockung eingeleitet.

Digitized by Google

gelangte auch das Vorsignal in die Freilage. An sich war das nicht nötig, bei der (wie ich annehme) vorhandenen mechanischen Kupplung des Vorsignals mit dem Hauptsignal aber nicht zu vermeiden. Bei getrennter Bedienung des Vorsignals hätte der Wärter dieses Signal in der Warnlage belassen können und dann hätte der nachfolgende Zug 814 hier noch eine Warnung erhalten. Hätte der Lokomotivführer schon hier seine Bremsen eingesetzt, so wäre die Wucht des Aufprallens ganz erheblich geringer gewesen. Vielleicht hätte das Unglück bei stärkster Abbremsung des Zuges sogar ganz vermieden werden können; denn bei einer zeitigen starken Abbremsung des Zuges 814 hätte der Zug 820 Zeit gewonnen, seine Geschwindigkeit wäre gesteigert und der Unterschied in der Fahrgeschwindigkeit der beiden Züge im Augenblick des Aufprallens wäre dann ganz bedeutend geringer gewesen.

Eine getrennte Bedienung des Vorsignals ist nach der Signalordnung zulässig. Durch das Vorsignal soll nämlich angezeigt werden, welche Stellung am Hauptsignal zu erwarten ist, nicht wie es tatsächlich steht. Das Vorsignal kann daher mit dem zugehörigen Hauptsignal so verbunden sein, dafs entweder beide Signale die Stellung gleichzeitig ändern oder das Vorsignal erst gestellt werden kann, wenn das Hauptsignal zuvor auf Fahrt gestellt worden ist, und dafs es wieder zurückgestellt sein mufs, bevor das Hauptsignal auf Halt zurückgestellt werden kann.

Die getrennte Stellung des Vorsignals ist m. W. nur in Sachsen allgemein durchgeführt, anderwärts nur dort, wo aus technischen Rücksichten die gleichzeitige Stellung beider Signale ausgeschlossen wird.

Die getrennte Bedienung der Vorsignale hat aufser dem hier angedeuteten betrieblichen auch noch den signaltechnischen Vorteil, dafs man dabei reinere Signalbilder erhält, was namentlich für die auf grofse Entfernung zu stellenden Signale von grofsem Wert ist. Sie eignet sich also vornehmlich für die Vorsignale vor den Einfahrtsignalen und sollte hier aus sicherheitlichen Rücksichten auch eingeführt werden, wo sie noch nicht vorhanden ist.

Die Einführung der getrennten Bedienung der Vorsignale führt allerdings unter Umständen zu einer Änderung des Sicherungssystems; denn es ist zu beachten, dafs dann bei einem Bruch in der Hauptsignalleitung die Stellung des Vorsignals nicht beeinflufst wird. Fährt zur Zeit eines solchen Ereignisses ein Zug heran, so erhält dieser am Hauptsignal das Zeichen Halt. Da bei einer Signalfreigabe der Zug am Vorsignal eine abweichende Anzeige erhalten hat, wird er mit grofser Wahrscheinlichkeit über das Haltsignal hinauskommen und so bis in den Bahnhof gelangen. Wenn nun durch in die Hauptsignalleitung eingeschaltete Weichenriegel die richtige Lage der Eingangsweichen überwacht wird, so kann bei einem Bruch in der Hauptsignalleitung diese Überwachung (Riegelung) aufgehoben werden. Man mufs daher bei getrennter Bedienung der Vorsignale sich in der mehrfachen Ausnutzung der Stelleitung der Hauptsignale einer gröfseren Beschränkung auflegen, was aber schon an sich wünschenswert ist, weil eine Belastung der Hauptsignalleitung mit Nebenaufgaben, wie bei einer Kontrollriegelung der Weichen durch sie, zu verwickelten technischen Einrichtungen führt, deren gute Betriebserhaltung durch wenig sachkundiges Personal leicht in Frage gestellt wird.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Werkstätten, Stoffwesen.

Nachschleifen unrunder Eisenbahnräder.

In gebirgigen Gegenden werden zahlreiche Wagenräder unrund. Ein grofser Teil der amerikanischen Bahnverwaltungen wirft die Hartgufsräder, die unrund geworden sind, zum Alteisen, wenn auch Spurkranz und Lauffläche noch fast neu sind. Das ist natürlich ein grofser Verlust. Neuerdings haben nun verschiedene Bahnen derartig abgenutzte Räder auf Sonderschleifmaschinen abgeschliffen und wieder in Dienst gestellt. Es zeigte sich, dafs die abgeschliffenen Räder so gut wie neue ihren Dienst tun und in vielen Fällen noch besser als neue arbeiten, da sie genau kreisrund sind. Ein neues Rad, das aus der Giefserei kommt, ist häufig um $1^1/_2$ mm unrund, ferner kann das Rad etwas einseitig gebohrt sein. Diese Fehler haben zur Folge, dafs der Wagen holpernd läuft und sie erleichtern auch die Bildung von Abflachungen an der Lauffläche, da die Bremsbacken die Erhöhungen erfassen. Deshalb gehen manche Bahnen so weit, dafs sie auch neue Räder nach dem Einbau abschleifen. Ein Räderpaar kann in etwa 20 Minuten abgeschliffen werden, wobei sich die Kosten auf etwa 2,10 ℳ stellen.

Die guten Erfolge im Nachschleifen der Räder ergeben sich nur bei richtiger Auswahl. Es empfiehlt sich nicht Räder mit abgenutztem Spurkranz oder abgenutzter Lauffläche nachzuschleifen, oder solche, die verbrannt sind. Bei solchen Rädern lösen sich nach der Bearbeitung Teile der Lauffläche los und ihre Lebensdauer ist so kurz, dafs die Nacharbeit sich nicht lohnt. Ferner mufs beachtet werden, ob die Räder nicht so stark unrund sind, dafs die Hartgufsschale nicht mehr erhalten bleibt. Damit das Aussuchen der Räder nach einer gewissen Regel vor sich geht, wurden eine Reihe von Tafeln ausgearbeitet, aus denen hervorgeht, wann ein Nachschleifen noch zulässig erscheint. Zu ihrer Aufstellung wurden Messungen unternommen, um die durchschnittliche Tiefe der Hartgufsschicht festzustellen. Natürlich kann das Nachschleifen nur so weit getrieben werden, dafs der Spurkranz in den zulässigen Grenzen bleibt,

Auch das Nachschleifen der Räder aus Walzstahl bietet grofse Vorteile. Beim älteren Abdrehverfahren mufs das Drehwerkzeug unter die harte Oberfläche greifen und um 3 bis 6 mm mehr von der Lauffläche abnehmen, wogegen beim Schleifverfahren lediglich die erhöhten Stellen abgenommen werden.

Damit die Räder genau rund geschliffen werden, müssen die Achszapfen zentrisch laufen; die Räder laufen beim Nachschleifen langsam, etwa mit 2 Umdr./Min. um ein Hüpfen der Schleifscheibe zu vermeiden. Die Geschwindigkeit der Schleifscheibe wird mit 1500 m/Min. gewählt. Die Schleifstelle wird ständig von oben mit Wasser bespült, um ein Verbrennen der Lauffläche zu verhüten.

Abrasive Industry 1925, Band 9, Seite 278. Sch-a.

Ausbesserung von abgenutzten Lokomotivteilen durch Schleifen.

In den letzten Jahren wird das Schleifen zur Ausbesserung von Lokomotivteilen in Amerika eifrig verwendet. Um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen, mufs dabei viel weniger Stoff vom Werkstück abgenommen werden, als sonst notwendig ist. Gufs- und Schmiedestücke können mit einem geringeren Übermafs gegossen bzw. geschmiedet werden, so dafs an Bearbeitungskosten gespart wird. Da abgenutzte Teile durch das Schleifen rasch und leicht wiederhergestellt werden können, verringern sich die Werkstattkosten. Das Schleifverfahren ermöglicht die höchste Bearbeitungsgenauigkeit, so dafs die bearbeiteten Teile länger und besser im Betrieb laufen.

Kolbenstange und Schieberstange werden durch Schleifen ausgebessert. In einem Arbeitsgang wird bei Kolbenstangen eine Schicht von 0,38 bis 0,76 mm abgenommen. Dieses Bearbeitungsverfahren hat gegenüber dem älteren Verfahren des Abdrehens und Walzens wesentliche Vorzüge. Die abgedrehten Kolbenstangen lassen sich selten vollkommen abdichten, so dafs meist Dampf ausbläst. — Die verwendeten Schleifscheiben haben eine Umfangsgeschwindigkeit von 1500 m/Min., doch kann diese Geschwindigkeit auch bis 1800 m/Min. gesteigert werden. Die Schleifscheiben sind aus künstlicher Tonerde mit einem ziemlich groben kombinierten Korn und einer mittleren Härte.

Kurbelzapfen werden in Reihenherstellung auf einer Rundschleifmaschine fertiggeschliffen. Durchschnittlich sind zur Fertigstellung eines grofsen Kurbelzapfens 20 Minuten erforderlich. Auch hier gelangen dieselben Schleifscheiben wie oben zur Anwendung. Das Werkstück wird zwischen Körnern eingespannt, die Schleiftiefe eines Arbeitsgangs beträgt 0,76 bis 1,5 mm, die Werkstückgeschwindigkeit ist 6 m/Min.

Auch Luftpumpenzylinder werden geschliffen. Versuche haben

Digitized by Google

gezeigt, dafs die geschliffenen Zylinder länger im Betrieb bleiben können und besser arbeiten. Zum Schleifen der Zylinder verwendet man gewöhnlich mittelweiche Schleifscheiben aus Siliziumkarbid mit Körnung, je nach dem Grad der geforderten Genauigkeit. Benützt wird eine Schleifmaschine mit Planetenbewegung der Schleifscheibe, wie sie zum Schleifen der Automobilzylinder verwendet wird. Auf dem Tisch mit Quergang wird das Werkstück aufgespannt und mit Mikrometerschraube seitlich eingestellt.

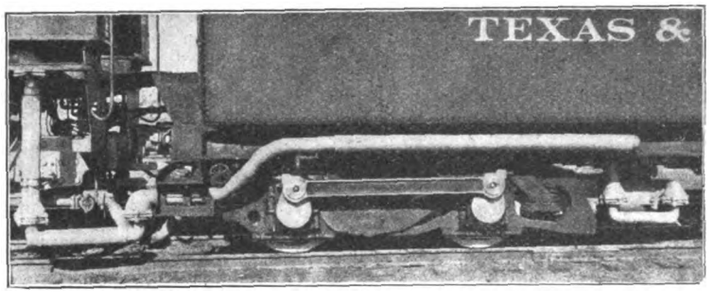
Auch Gleitschienen, die im Betrieb hohl abgenutzt wurden, lassen sich auf Flächenschleifmaschinen in einem Bruchteil jener Zeit wieder herstellen, die zum Hobeln notwendig ist.

(Abrasive Industry 1925, Bd. 11, S. 341.) Sch.-a.

Lokomotiven und Wagen.

D-Verschiebelokomotive der Texas- und Pacific-Bahn mit Tender-Hilfsmaschine.

Die Verwendung von Hilfsmaschinen — „Boostern" —, die an der Schleppachse, vor allem bei den drei- und vierfach gekuppelten Lokomotiven, angreifen und die Zugkraft auf kürzeren Steigungen um 25 bis 35 % zu erhöhen vermögen, wird in Amerika immer häufiger*). Diese Hilfsmaschinen geben dem Amerikaner Gelegenheit, den im Verhältnis zu den Zylindern meist reichlich grofs bemessenen Kessel wenigstens zeitweise auszunutzen, ohne an der hergebrachten Bauart der Lokomotive viel ändern zu müssen. Für Lokomotiven ohne Schleppachsen ist neuerdings zu demselben Zweck das Tender-Hilfstriebgestell, der sogenannte „Tender-Booster", entworfen worden. Diese Hilfstriebgestelle sind in der bekannten amerikanischen zweiachsigen Drehgestell-Grundform mit Schwanenhals gebaut; sie haben



Dampfrohrverbindung zum „Booster".

Aufsenrahmen aus Stahlgufs, die teilweise aus besonderen Rahmenwangen und Querverstrebungen zusammengesetzt, z. T. aber auch, wie bei der vorliegenden Lokomotive der Texas- und Pacific-Bahn, aus einem Stück gegossen sind. Die beiden Zylinder der Hilfsmaschine sind entweder wie bei der hier verwendeten Franklin-Maschine an dem einen Ende des Triebgestells überhängend angeordnet, oder aber, wie bei dem Hilfstriebgestell der Bethlehem-Stahlwerke, zwischen den Achsen eingebaut. Die beiden Achsen des Hilfsgestells sind durch Kuppelstangen verbunden, die an aufgesteckten Aufsenkurbeln angreifen. Je nachdem sich die Anordnung am zwanglosesten ergibt, wird entweder das vordere oder das hintere Laufdrehgestell des Tenders durch ein solches Hilfstriebgestell ersetzt. Der zur Arbeit verwendete überhitzte Dampf wird durch ein (auf der Textabb. gut sichtbares) Gelenkrohr zugeleitet, der Abdampf im Tenderwasser niedergeschlagen.

Von den zehn neuen Verschiebelokomotiven der Texas- und Pacific-Bahn sind zwei mit solchen Hilfsmaschinen ausgestattet. Die Zugkraft dieser beiden Lokomotiven ist damit von 24 700 auf 31 500 kg erhöht worden. Die Lokomotiven kommen also bei wesentlich einfacherer Bauart für kürzere Spitzenleistungen den E-gekuppelten Lokomotiven gleich, wie sie neuerdings auf den gröfseren amerikanischen Bahnhöfen meist zum Verschiebedienst verwendet werden. Die Verwendung dieser Tender-Hilfsmaschinen für Verschiebelokomotiven bedeutet in gewissem Sinn eine Annäherung an die in Europa übliche Verwendung von Tenderlokomotiven für den Verschiebedienst. Denn wie bei diesen wird auch beim Arbeiten des Hilfstriebgestells ein Teil des Gewichtes der Vorräte als Reibungsgewicht nutzbar gemacht und der einzige Vorteil, den die Schlepptender-Lokomotive im Verschiebedienst für sich beanspruchen kann, die Unabhängigkeit ihrer Zugkraft von der Abnahme der Vorräte wird damit verringert.

An sonstigen Besonderheiten der neuen Lokomotiven ist noch zu erwähnen die Erhöhung des Kesseldruckes auf 17,5 at in Verbindung mit der neuerdings häufigen Festlegung eines höchsten Füllungsgrades von 65 %, der in der Rauchkammer sitzende Heifsdampfregler sowie schliefslich die Anordnung von zwei Armaturstutzen, von denen der eine die Strahlpumpen, die Umsteuerung und die Dampfheizung mit Nafsdampf versorgt, während aus dem andern Luftpumpe, Bläser, Lichtmaschine usw. mit Heifsdampf gespeist werden. Die Zylinder sind, wie bei der neuen Hochleistungs-Lokomotive der Boston- und Albany-Bahn, aus Stahlgufs und besitzen gufseiserne Laufbüchsen*).

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	17,5 at
Zylinderdurchmesser d	559 mm
Kolbenhub h	711 „
Kesseldurchmesser innen, vorn	1981 „
Feuerbüchse, Länge und Weite	2592 u. 1911 „
Heizrohre, Anzahl	199 Stck.
„ Durchmesser	51 mm
Rauchrohre, Anzahl	34 Stck.
„ Durchmesser	127 mm
Rohrlänge	4572 „
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	16,4 qm
„ „ „ Nicholson-Wasserkammern	5,1 „
„ „ „ Rohre	212,0 „
Heizfläche des Überhitzers	53,5 „
„ im ganzen H	287,0 „
Rostfläche R	4,95 „
Durchmesser der Treibräder D	1295 mm
„ „ Tenderräder	914 „
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	4572 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	16 878 „
Dienstgewicht der Lokomotive G / Reibungsgewicht der Lokomotive (allein)	104,5 t
Dienstgewicht des Tenders	90,0 t
Vorrat an Wasser	36,0 cbm
„ „ Brennstoff (Öl)	11,3 „
Zugkraft Z ohne Hilfsmaschine	24 700 kg
„ Z mit „	31 500 „
H : R =	58
H : G =	276

(Railw. Age. 1926, 1. Halbj. Nr. 17.) R. D.

Lokomotivkessel mit Wasserrohr-Feuerbuchse von Mc. Clellon.

Die New York, New Haven und Hartford Bahn hat 1916 zwei 1 D 1-Lokomotiven mit Wasserrohrkesseln von Mc Clellon in Dienst gestellt und nach Vornahme von mancherlei Verbesserungen an diesen Kesseln neuerdings eine 2 D 1-Lokomotive mit derselben Kesselbauart beschafft. Der Kessel ähnelt, wie der vor einiger Zeit von der Delaware und Hudson Bahn gebaute Hochdruckkessel**) dem bekannten Brotankessel, besitzt aber anstelle von einem bzw. zwei Oberkesseln zur Bildung der Feuerkastendecke deren drei, die der ganzen Länge nach miteinander verbunden sind und sich an den Langkessel ansetzen (siehe Abbildung). Die Verbrennungskammer ist ebenfalls aus Wasserrohren gebildet, jedoch ist der dritte Kesselschufs über diese hinüber bis zur Feuerbuchse weitergeführt, um eine gute Verbindung des Langkessels mit dieser zu erzielen und so die Wasserrohre von den äufseren Kräften zu entlasten. Aus demselben Grund sind auch Grundring und Oberkessel miteinander durch Flacheisen-Streben verbunden, die aber die verschiedenen Längenausdehnungen der beiden Teile nicht behindern sollen. Als besonderer Vorteil wird noch angegeben, dafs die Verwendung der Wasserrohrfeuerbuchse die Erhöhung des Kesseldrucks von bisher 14 at bei der betreffenden Lokomotivgattung auf nunmehr 17,6 at gestattet habe.

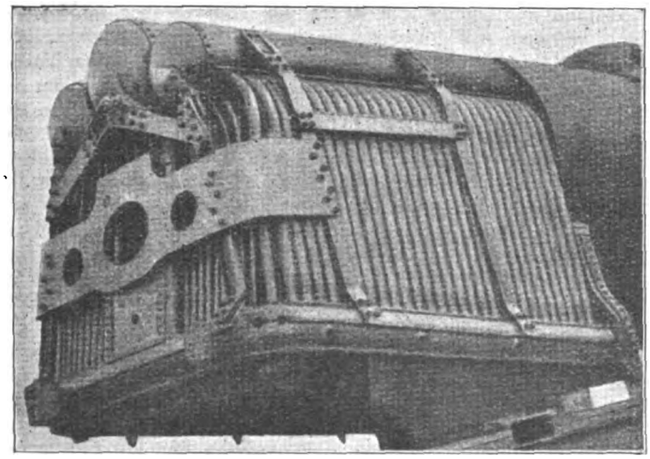
*) Organ 1922, S. 14 u. 214.

*) Organ 1926, S. 48.

**) Organ 1925, S. 327.

Digitized by Google

Die Lokomotive mit dem neuen Kessel ist seit 1924 eingehenden Vergleichsversuchen mit sonst gleichen Lokomotiven mit Regelkessel unterzogen worden. Vermöge des höheren Dampfdruckes zeigte sie dabei eine um 17,6 % erhöhte Zugkraft, während ihr Reibungs-



Wasserrohrfeuerbuchse.

gewicht nur 6 % gröfser war. Mit gleicher Geschwindigkeit beförderte sie um 3,2 % schwerere Züge mit einem Minderverbrauch an Kohle von 10,7 %. Im Durchschnitt ersparte sie auf 1000 Tonnenmeilen 15,1 % Kohle. Das Anheizen soll nur zwei Drittel der sonst erforderlichen Zeit betragen. Schliefslich sollen auch die Unterhaltungskosten wesentlich geringer sein als beim Regelkessel.

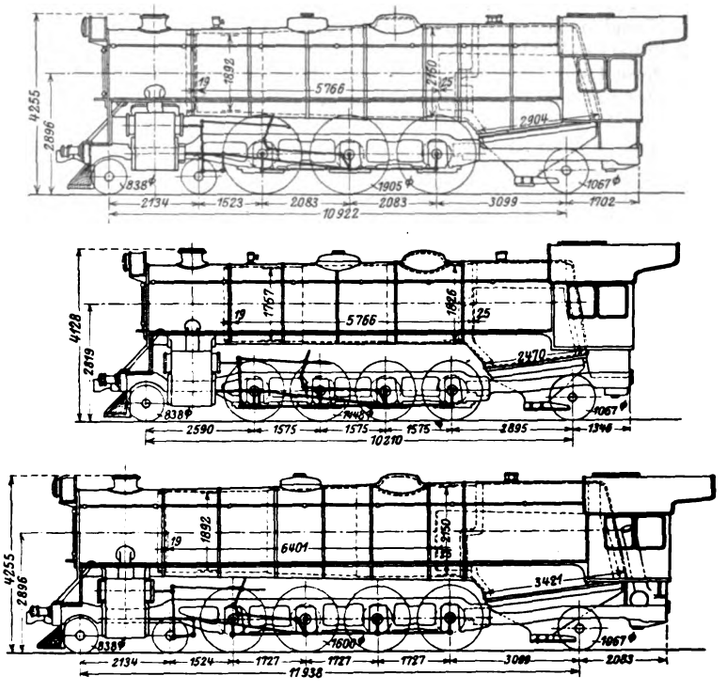
Auf Grund dieser äufserst günstigen Ergebnisse hat die Eigentumsbahn nach den Angaben der Quelle beschlossen, künftig alle Lokomotivneubauten mit dem geschilderten Kessel auszurüsten.

(Railw. Age 1926, 1. Halbj., Nr. 10.) R. D.

2 C 1, 1 D 1 und 2 D 1 - h 2 Lokomotiven der Süd-Australischen Staatsbahnen.

Die Lokomotiven sind bei Armstrong, Whitworth und Co in Newcastle-on-Tyne gebaut, zeigen jedoch vollständig amerikanische Bauart. Die Spurweite beträgt 1600 mm; da man aber in Australien zur Zeit die Vereinheitlichung der mannigfaltigen Spurweiten auf Normalspur scharf ins Auge gefafst hat, so ist beim Entwurf der Lokomotiven von vornherein auf eine möglichst einfache Umänderung Rücksicht genommen worden. Die 2 C 1 Lokomotive soll ausschliefslich Schnell- und Personenzüge, die 1 D 1 ausschliefslich Güterzüge befördern, während die 2 D 1 für beide Dienste bestimmt ist. Die beiden ersten Lokomotiven sind vor allem bemerkenswert, weil sie hinsichtlich Gewicht, Umgrenzungslinie und Bauart den neuen Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn nahestehen.

Die Hauptabmessungen der drei Lokomotiven sind in der nachfolgenden Zusammenstellung enthalten, ihre Typenbilder in der Textabbildung wiedergegeben. Sie sind im allgemeinen Aufbau einander ähnlich; auf die Austauschbarkeit der Hauptteile, Kessel, Zylinder und Radsätze, mufste jedoch verzichtet werden. Im einzelnen wäre noch zu bemerken, dafs wohl als einzige bedeutendere Abweichung von der amerikanischen Bauweise sämtliche Lokomotiven kupferne Feuerbüchse und kupferne Rohre mit vorderen Eisenschuhen besitzen. Erwähnenswert ist auch noch der Übergang von der Schraubenkupplung zur amerikanischen Mittelpufferkupplung. Die Puffer sind vorläufig beibehalten; auf der etwas tiefer sitzenden Mittelpufferkupplung kann die alte Kupplung oben eingehängt werden.



2 C 1, 1 D 1 und 2 D 1 - h 2 Lokomotiven der Süd-Australischen Staatsbahnen.

	2 C 1	1 D 1	2 D 1	
Kesselüberdruck p	14	14	14	at
Zylinderdurchmesser d	610	559	660	mm
Kolbenhub h	711	711	711	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2896	2819	2896	„
Rohrlänge	5766	5766	6401	„
Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren	25,0	18,0	31,0	m²
Heizfläche der Rohre	274,0	221,0	305,0	„
„ des Überhitzers	69,5	59,0	77,5	„
„ — im ganzen — H	368,5	298,0	413,5	„
Rostfläche R	5,6	4,85	6,1	„
Durchmesser der Treibräder D	1905	1448	1600	mm
„ „ Laufräder vorn	838	838	838	„
„ „ „ hinten	1067	1067	1067	„
„ „ Tenderräder	914	914	914	„
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	4166	4725	5181	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	10922	10210	11938	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschliefslich Tender	21133	19609	22530	„
Reibungsgewicht G_1	72,35	74,1	91,1	t
Achsdruck der hinteren Laufachse	21,85	16,5	22,3	„
Dienstgewicht der Lokomotive G	116,95	100,0	134,85	„
Dienstgewicht des Tenders	83,0	72,3	83,9	„
Vorrat an Wasser	36,5	27,5	36,5	m³
„ „ Brennstoff	12	12	12	t
H : R	65,5	61	68	
H : G	3,15	3,0	3,1	
$G : G_1$	5,1	4,05	4,55	

(The Railw. Eng. 1926, Febr.) R. D.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Licht-Tagessignale bei der Reichsbahn.

Über diesen Gegenstand hielt Reichsbahnrat Buddenberg kürzlich in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft einen Vortrag aus dem wir nachfolgendes wiedergeben.

Licht-Tagessignale wurden zuerst im Jahr 1901 in Deutschland in Gebrauch genommen auf der Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel. Die damals benutzte Form wurde aber nicht weiter entwickelt und, wie so oft bei Erfindungen, wurde diese Einrichtung in Deutschland erst wieder aufgenommen, als die Licht-Tagessignale von Amerika übernommen und dort abgeändert wurden. In Amerika

Digitized by Google

war 1905 der Brauch aufgekommen, die mit Petroleum beheizten Signallampen den ganzen Tag brennen zu lassen. Zur Erhöhung der optischen Wirkung wurde an der Lampe eine Sammellinse angebracht, diese Lampe brauchte dann nur alle acht Tage gefüllt zu werden. Der zweckmäfsigen Entwicklung der Linse hat man in Amerika in jahrelanger Arbeit grofse Aufmerksamkeit geschenkt. Auch heute noch sind in Amerika eine grofse Anzahl dieser Lampen in Betrieb, über 20000, auch in England werden sie viel verwendet. In Deutschland hat man sich jetzt auch mit Versuchen beschäftigt, um festzustellen, ob durch diese dauernd brennenden Lampen wirtschaftliche Vorteile zu erzielen sind. — Von diesen Lampen zu den Licht-Tagessignalen war nur mehr ein Schritt. In Amerika kamen im Jahr 1925 2400 Licht-Tagessignale neu in Betrieb, für 1926 ist die Aufstellung weiterer 2600 Signale geplant, neben 1900 Tageslicht-Vorsignalen. Zuerst machte sich die Pennsylvania-Eisenbahn diese Signale nutzbar, dann folgten Frankreich, England, Norwegen. In Deutschland hat vor dem Kriege 1913 die Firma Siemens & Halske sich mit der Frage der Herstellung dieser Tages-Lichtsignale beschäftigt in Anlehnung an die bei der Untergrundbahn verwendeten Tunnelbahnen. In gröfseren Kreisen erfuhr man von diesen Lampen durch die Eisenbahntechnische Ausstellung im Vorjahr, wo an sonnenhellen Oktobertagen sich jeder Besucher der Ausstellung von der Sichtbarkeit dieser Signale auch bei hellstem Tageslicht überzeugen konnte*). Die norwegische Staatsbahn übertrug die Ausführung der A. E. G., die Hamburger Hochbahn, die gleichfalls diese Signale einführte, übertrug die Ausführung Siemens & Halske. Die Reichsbahn ist seit 1923 eifrig mit der Prüfung der Frage beschäftigt, denn die Frage ist vor allem brennend auf den elektrisch betriebenen Bahnstrecken. Die Tagessignallampe bedeutet die glücklichste Überwindung der Schwierigkeiten, die sich hinsichtlich der für die Sichtbarkeit günstigsten Aufstellung ergeben und die Vorteile dieser Signale lassen erwarten, dafs sie auch auf den nichtelektrisch betriebenen Strecken angewendet werden können. Vor allem enthält die elektrische Tageslichtsignallampe keine beweglichen Teile, ist also nicht so abhängig von den schädigenden Einflüssen des Klimas. Auf Grund der französischen Erfahrungen werden die zu erwartenden Ersparnisse auf 33% geschätzt. Die Signale sind bei Tag und Nacht gleich gut erkennbar, aufserdem können sie so weit von der Betriebsstelle entfernt aufgestellt werden als es nach den Betriebsverhältnissen notwendig erscheint. Bei Nebel zeigen sie eine bessere Sichtbarkeit gegenüber den anderen Signalen.

Der wichtigste Teil des Tageslichtsignals ist die Laterne. Die verschiedenen Ausführungen unterscheiden sich durch die Verwendung ein- oder zweilinsiger Lampen; die Siemens-Lampe verwendet nur eine Linse für die Untergrundbahn, die A. E. G.-Lampe für Hauptbahnen hat zwei Linsen. Als Linsen werden Fresnelsche Stufenlinsen verwendet. Bei gleichen optischen Verhältnissen ist der Winkel, der bestrichen werden kann, bei einer Linse kleiner als bei zwei Linsen, er beträgt bei einer Linse 80°, bei zwei Linsen annähernd das Doppelte, 150°. Die Stufenlinsen werden gegossen, weil das Schleifen zu teuer wäre. Bei der Verwendung von zwei Linsen ist die innere Linse die Farblinse, denn die innere Linse ist kleiner, und da die farbigen Linsen teurer sind, kann dadurch etwas gespart werden. Aufserdem bleibt die Farbe bei Zerstörung der Aufsenlinse erhalten. Die Reichsbahn hat sich zur Einführung von zweilinsigen Laternen entschlossen. Der ganze Lampenkörper ist mit der Aufsenluft durch zweckentsprechend angeordnete Lüftungslöcher verbunden, so dafs das Eindringen von Schmutz und Insekten vermieden wird. Wesentlich ist die Befestigungseinrichtung für die Lampe, die so gewählt ist, dafs die Lampe nach drei Richtungen hin verstellbar ist und ganz genau in den Brennpunkt des Systems eingesetzt werden kann. Die Verschiebbarkeit nach der Höhe beträgt 8 mm, nach den Seiten 25 mm und von vorn nach hinten 35 mm. Die Birnen, die in die Lampen eingesetzt werden, müssen bei der Anlieferung sehr genau geprüft werden, bezüglich der Höhenlage des Fadens im Körper. Die Befestigung der Lampen am Mast erfolgt durch Schrauben mittels eines Bleches, welches gleichzeitig für die Lampen einen günstigen Hintergrund bildet. Vorn an der Lampe ist noch die Schute angebracht, über deren Bedeutung noch einiges gesagt werden soll. An Signallaternen werden Richtmarken angebracht, um einen bestimmten Zielpunkt scharf einzustellen. Der günstigste Hintergrund hat eine bestimmte Gröfse und nach den Versuchen wurde festgestellt, dafs der Abstand der Lampe vom Rande des Hintergrunds mindestens 300 mm betragen soll. Änderungen in der Farbe des Hintergrunds beeinflussen die Sichtbarkeit. Ferner befindet sich an der Lampe eine Schute, sowohl um Sonnenlicht abzuhalten als auch um zu verhindern, dafs Staub, Schnee oder Regen sich auf der Linse absetzen. Läfst man die Schute weg, so treten Glanzlichter auf, die oft so weit gehen, dafs die Farbe des Signals durch Blendung überhaupt nicht mehr erkannt werden kann. Die Maste, an denen die Laternen angebracht werden, sind schmal, bieten daher wenig Winddruckfläche und lassen sich sehr gut zwischen den Schienen aufstellen. Schwierigkeiten bereitete nur die Wahl der richtigen Lampe. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es wünschenswert, nur eine Lampe zu verwenden, die als marktgängige Lampe auch sonst verwendet wird. Die bei der Hochbahn verwendeten Zentrallampen kommen für die Reichsbahn nicht in Frage, da ihre Sichtbarkeit nicht ausreicht. Die Reichsbahn hat die Verwendung von Nitralampen der Osramgesellschaft in Aussicht genommen. Der Leuchtkörper besteht aus Wolframdraht in Form eines grofsen lateinischen A. Für die Vorsignale sollen die gleichen Lampen verwendet werden. Die Normung dieser Signallampen wird von der Reichsbahn sehr gewünscht. Es sollen Lampen mit geringem Widerstand gebrannt werden, um eine höhere Lebensdauer zu erreichen. In Amerika verwendet man Lampen von 10 Watt und versucht jetzt mit 5 Watt auszukommen. Die norwegischen Bahnen haben an den 40-Wattlampen festgehalten. Bei Dunkelheit wird die Spannung für alle Lampen auf die Hälfte herabgesetzt, damit sie nicht blenden. Die Betriebssicherheit erfordert es, dafs, wenn ein Signal erlischt, sofort eine Ersatzlampe aufflammt. Die Versuche haben gezeigt, dafs die Verwendung eines Doppelfadens in der gleichen Lampe nicht zweckmäfsig ist, denn beim Durchbrennen des einen Fadens erhält der andere eine höhere Spannung und die Folge ist, dafs er dann meist auch sehr bald durchbrennt. Die Hochbahn hat sich in der Weise geholfen, dafs sie zwei Lampen in eine Laterne einsetzt. Wenn die eine erlischt, brennt das Signal schwächer. Für die Reichsbahn ist dieser Weg nicht geeignet, weil eine stärkere Sichtbarkeit der Signale erforderlich ist. Wahrscheinlich wird man in der Weise vorgehen, dafs beim Erlöschen der ersten Lampe sofort die zweite aufflammt, welche stärker brennt. Die Lebensdauer der Lampen wird von der Osramgesellschaft mit 800 bis 1000 Brennstunden gewährleistet. Auf der Versuchsstrecke sind aber schon Lampen, die über 3000 Stunden gebrannt haben und nach ihrer Herausnahme bei der Untersuchung keine nennenswerte Abnahme ihrer Leuchtkraft zeigten. Eine weitere Frage bei der Durchbildung der Tageslichtsignale ist die Färbung der Linse. Rote, grüne oder gelbe Blenden färben das Licht so wenig, dafs sie kaum vom weifsen Licht zu unterscheiden sind, die Farbscheiben müssen viel dunkler sein als bei den jetzt verwendeten farbigen Linsen. Es ist überaus schwierig, die richtige Farbtiefe zu erzielen, man erhält daher viel Ausschufs, wodurch eine Verteuerung eintritt.

Die schwierigste Frage ist die Streuung der Linse. Wegen der Streuung mufs die Einstellung der Lampen sehr genau erfolgen. Der Streuwinkel in der Laterne, der normal 8° beträgt, mufs auf 38° vergröfsert werden, denn bei einer Geschwindigkeit von 65 km beträgt der Bremsweg 235 m, aus Sicherheitsgründen wird eine Sichtbarkeit in 300 m Entfernung entsprechend einem Streuwinkel von 30° gefordert. Zur Erhöhung der Streuung hat die A. E. G. in die Stufenlinse drei Riefen eingeprefst, und nach den bisher vorgenommenen Sichtversuchen scheint dies den Anforderungen zu genügen. Bei Siemens hat man das Problem noch weiter gefafst und zusammen mit der Firma Busch, Rathenow, wurde eine Linse ausgebildet, die aussichtsreich erscheint. Praktische Versuche im Freien konnten allerdings noch nicht durchgeführt werden, da diese Linsen erst vor kurzem fertiggestellt wurden.

Die erste Betriebsstrecke mit Licht-Tagessignalen wird voraussichtlich noch in diesem Jahre vollendet werden. Pl.

*) Auch auf der Deutschen Verkehrsausstellung in München wurden die Signale vorgeführt. Die Schriftleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

nstafel für 400 m Bremsweg.

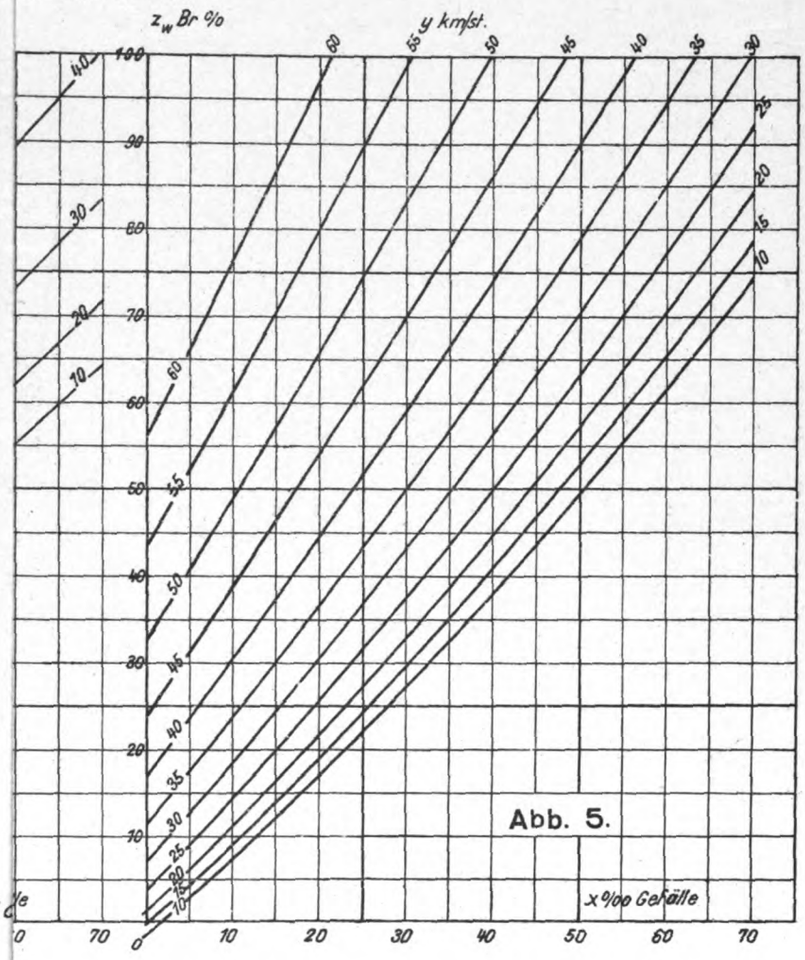
e
wird

Nötiges Bremsausmaß (z_w), wenn wie gebräuchlich die Lokomotive nicht in die Bremsberechnung einbezogen wird

$$z_w = z + \left\{ 0{,}004\,x + 0{,}001\,(y+10) \right\} (z-30);$$

z ist wie links angegeben zu berechnen.

Tafel 31 zu entnehmen.



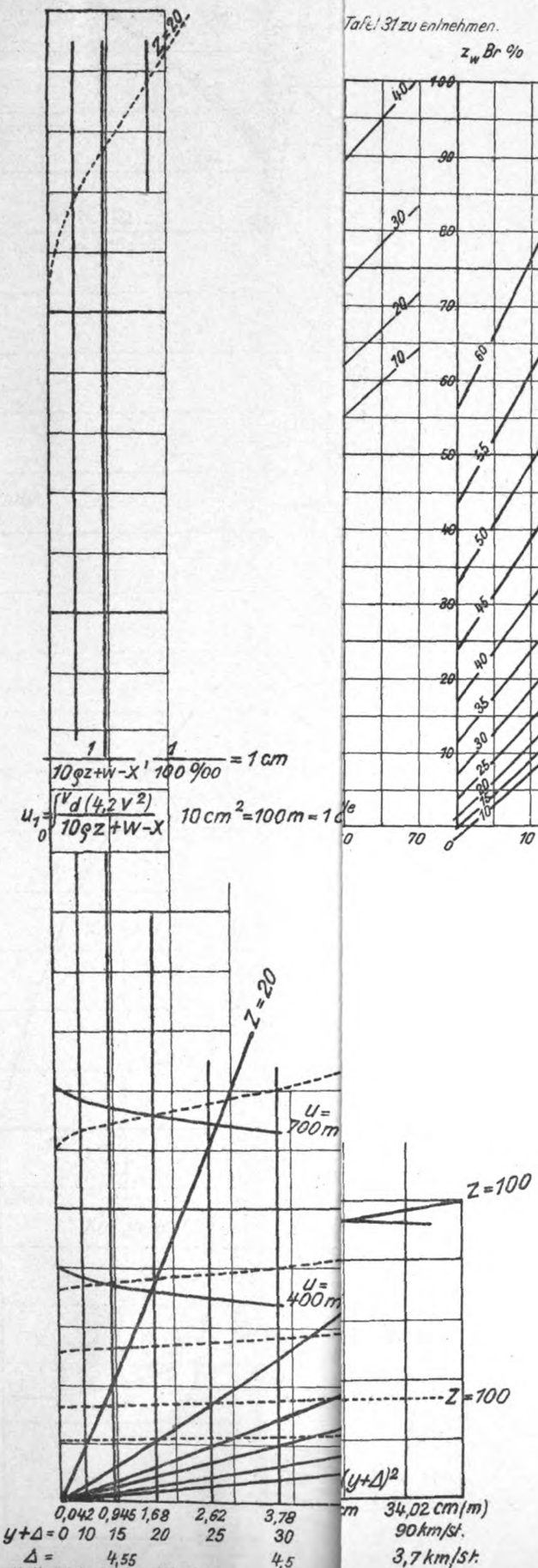
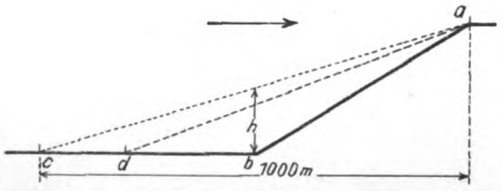


Abb. 6.

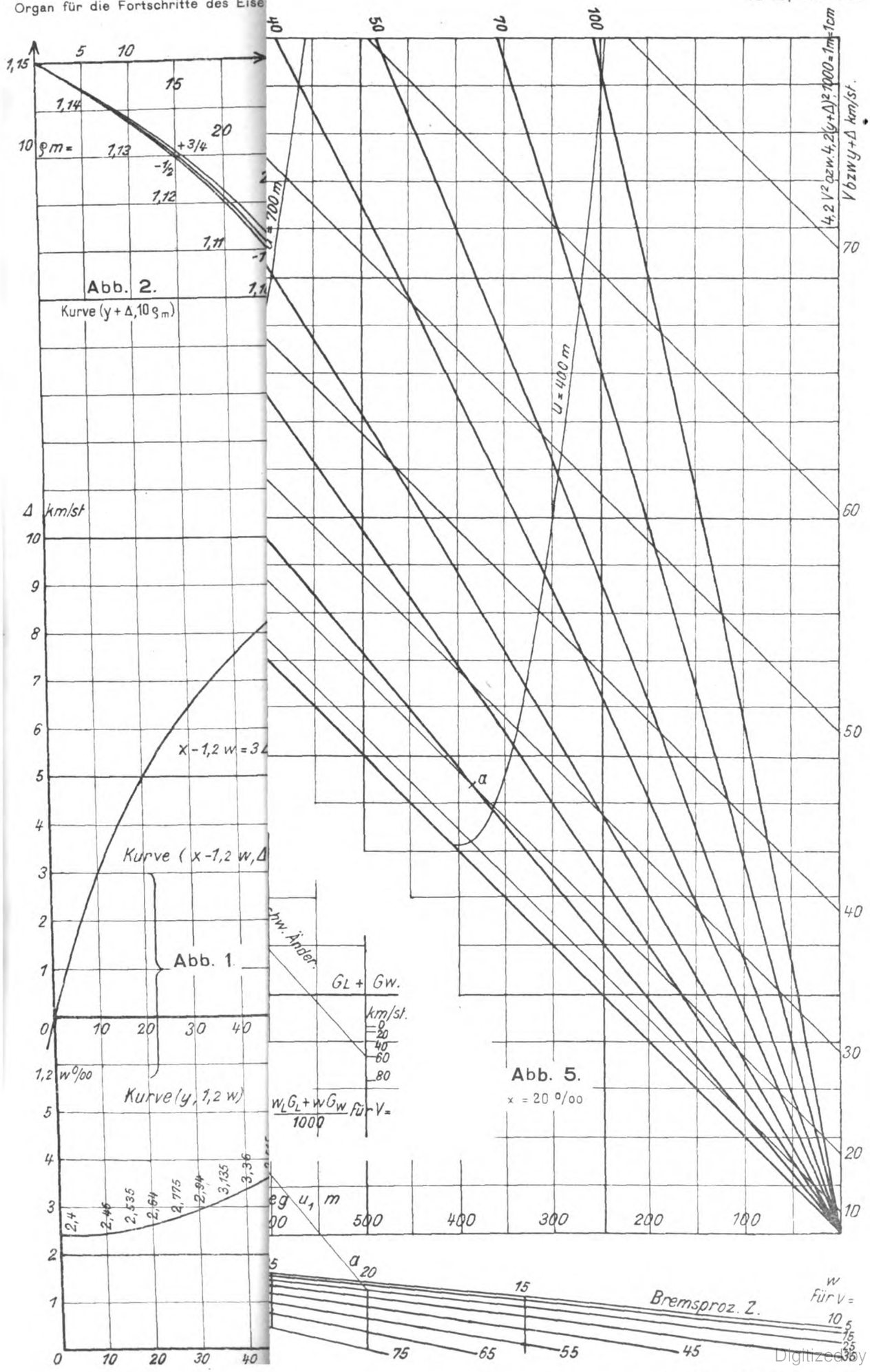


C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google



Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. August 1926 Heft 16

Über Herstellung und Verarbeitung der Anstrichstoffe für Eisenbahnfahrzeuge und die Lieferungsbedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Oberregierungsbaurat a. D. Arzt, Oldenburg.

A. Einleitende Betrachtungen.

Die auf der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft — D. R. G. — ruhenden schweren Lasten machen es ihr zur Pflicht auf allen Gebieten ihres vielseitigen Unternehmens höchste Wirtschaftlichkeit anzustreben.

In den folgenden Ausführungen soll ein Teilgebiet aus dem Bau und der Unterhaltung der Eisenbahnfahrzeuge behandelt und dargetan werden, dafs auch auf untergeordnet erscheinenden Gebieten dem allgemeinen Vorwärtsstreben der Technik entsprechend rege gearbeitet wird. In grofsen Zügen soll darüber berichtet werden, welche Fortschritte in der Herstellung und Verarbeitung der Anstrichstoffe in den letzten Jahren gemacht wurden. Im Anschlufs daran sollen die Lieferungsbedingungen für Anstrichstoffe wiedergegeben werden, die die D. R. G., fortschreitend mit den Ergebnissen neuester Forschung, auf Grund der Arbeiten ihrer zu diesem Zweck eingesetzten Versuchsämter und praktischen Erprobungen aufgestellt hat.

Welch weittragende Umwälzungen neuere Forschungsergebnisse mit sich brachten, in welchem Umfange mit bis dahin gültigen Anschauungen gebrochen werden mufste, erörtert erschöpfend Herr Professor Dr. A. Eibner, Vorstand der Versuchsanstalt für Maltechnik an der Technischen Hochschule in München in seiner Abhandlung: »Über Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Sonderanstriche für Reichsbahnzwecke«, veröffentlicht in der aus Anlafs der Eisenbahntechnischen Tagung und Ausstellung in Seddin 1924 erschienenen Sonderausgabe »Eisenbahnwesen« der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1925, V. D. I. Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19. Prof. Eibner stellt dort fest, dafs die Erforschung des Gebietes der fetten Öle, Harze und Ölfarben noch nicht abgeschlossen ist, man auch heute noch den Leinöltrockenvorgang nicht ausreichend genug kennt, um mit Bestimmtheit angeben zu können, was Leinölfilme sind. Die Feststellung der bisherigen Verkennung der Wirkung des Leinölfilms und die wissenschaftliche Erforschung der Verwendungsmöglichkeiten des Holzöls (auch Chinaholz- oder Tungöl genannt) erscheinen mir in den Ausführungen Prof. Eibners besonders beachtlich.

Es ist anzuerkennen, dafs die deutsche Farben- und Lackindustrie bemüht ist, sich nicht nur die Forschungsergebnisse zunutze zu machen, sondern auch ihrerseits die Wissenschaft durch ihre technischen Erfahrungen zu unterstützen. Nur wenn Wissenschaft und Praxis in engster Fühlungnahme an der Erforschung dieses Gebietes arbeiten, wird der höchste Grad der Wirtschaftlichkeit zum Nutzen der Erzeuger und Verbraucher erreicht werden können. Auf dem hier behandelten Gebiet gipfeln diese Bestrebungen in dem Ziel, Anstrichstoffe für Eisenbahnzwecke von gröfster Haltbarkeit zu fertigen, dabei die Zahl der erforderlichen Anstriche und die Zeit der Aufbringung eines vollständigen Anstrichs herabzumindern.

Welche Ersparnisse an Kapitalaufwendungen infolge schnellerer Fertigstellung der Fahrzeuge in den Fahrzeugbauanstalten, infolge Verkürzung des Aufenthalts der Fahrzeuge in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken, welche Ersparnisse ferner an Stoffen und Lohnaufwendungen hierdurch erreicht werden, kann im Rahmen dieses Aufsatzes nicht erörtert werden.

Der Schaffung von neuzeitlichen Trockenanlagen werden sich die Fahrzeugbauanstalten und die Eisenbahnausbesserungswerke auf die Dauer nicht verschliefsen können, bieten sie doch die Möglichkeit, in durchschnittlich 1 bis 2 Stunden die Lackierung einwandfrei zu trocknen. (Bisher sind meines Wissens solche Trockenanlagen nur für Strafsenbahnwagen in Benutzung.)

Auch weitgehende Verwendung von Schleif- und Poliermaschinen ist nicht minder geboten, um das zur Zeit ungünstige Verhältnis der Aufwendungen für Anstrichstoffe und Löhne durch Ausschaltung jetzt noch üblicher Handarbeit zu bessern.

Die Verwendung von Nitro-Cellulose-Lacken im Spritzverfahren wird durchgreifende Umstellungen der Anstrichverfahren erfordern. Grofse wirtschaftliche Vorteile lassen sich hiervon erwarten, wenn die im Gange befindlichen Versuche vollbefriedigende Ergebnisse zeitigen und die in dieses neuzeitlichste Verfahren gesetzten Hoffnungen sich erfüllen.

B. Herstellung der Anstrichstoffe.

Eine Farben- und Lackfabrik wird neuzeitlichen Anforderungen nur entsprechen, wenn in ihr durch zweckmäfsige Anordnung der Arbeits- und Lagerräume ein ununterbrochener Arbeitsgang durchgeführt ist. Ein gut durchgebildetes Förderwesen, ein die Lager- und Arbeitsräume untereinander verbindendes Rohrnetz, wird die Herstellungskosten wesentlich beeinflussen. Es versteht sich daher von selbst, dafs alle Rohstoffe, insbesondere die flüssigen, wie Lacke, Leinöl, Holzöl und alle Verdünnungsmittel entweder durch Luftdruck, Pumpen oder sonstige mechanische Einrichtungen an die Verwendungsstelle befördert werden sollten, so dafs jede nur irgendwie entbehrliche menschliche Arbeitskraft erspart wird.

Die zur Herstellung der trocknen Farben erforderlichen Rohstoffe setze ich als bekannt voraus; die wichtigeren maschinellen Einrichtungen sollen kurz behandelt werden.

In den Farbenfabriken erfolgt die Vermischung des Mahlgutes in Rührwerken (Planetenrührwerke) und Knetmaschinen und zwar in Teigform zur Weiterverarbeitung auf Walzenmühlen, in streichfähiger Form zur Weiterverarbeitung auf neuzeitlichen Mischmühlen, von denen die Lenart-, Kek- und Su-Ma-Mühlen genannt seien.

Die früher allgemein verwendeten Trichtermühlen hat man vielfach verlassen. Ihre Leistung ist gering, der Feinheitsgrad der Mahlung dagegen läfst kaum zu wünschen übrig. (Die Vorschriften der D. R. G. bedingen die Verwendung «feinst gemahlener« d. h. kornfreier Farbstoffe.)

Höhere Leistungen bis zu durchschnittlich 1500 kg/Tag und hochwertigeres Mahlgut erbringen die mit hohen Umdrehungszahlen der wassergekühlten Walzen laufenden Walzenstühle) Dreiwalzenmühle).

Für die Anfertigung streichfertiger Farben findet u. a. die Lenartmühle, eine völlig gekapselte, mit 12 bis 1500 Umdrehungen/Minuten laufende neuzeitliche Trichtermühle, auf

Digitized by Google

der 5000 kg streichfertige Farbe in 8 Stunden hergestellt werden können, Verwendung. (Auch diese Mühle ist zur Vermeidung einer zu starken Erhitzung des Mahlgutes wassergekühlt).

Als neuzeitlichste Farbmühle (Mischmühle für streichfertige Farben) darf die Kekmühle angesprochen werden. Abweichend von den vorangegebenen Mühlen beruht bei der Kekmühle die Zerkleinerung des Mahlgutes nicht auf Reibwirkung, sondern auf Prellwirkung durch Zentrifugalkraft. Über einer mit mehreren Stiftreihen versehenen, drehbaren Scheibe ist eine feststehende Stiftscheibe gelagert, deren Stifte die der drehbaren Scheibe nicht berühren. Die drehbare Scheibe macht je nach Gröfse der Mühle 4000 bis 10000 Umdrehungen in der Minute. Einer besonderen Wasserkühlung bedarf die Kekmühle nicht, da bei ihr keine Erwärmung durch Reibwirkung eintritt. Die Leistung der Kekmühle wird zu 2000 kg streichfertiger Farbe in der Stunde, d. s. 16000 kg in 8 Stunden, angegeben.

Zum Teil auf Prell- zum Teil auf Reibwirkung beruht die Su-Ma-Mühle der Sudenburger Maschinenfabrik und Eisengiefserei in Magdeburg.

In den Farbmühlräumen ist durch geeignete Vorrichtungen dafür Sorge zu tragen, dafs die auftretende Farbstaubentwicklung keine Verunreinigung des Mahlgutes verursacht.

In den Lackfabriken finden in der Hauptsache Kopal, Leinöl, Holzöl und Terpentinöl Verwendung.

Erfordernis ist völliges Vertrautsein mit den Eigenarten der verschiedenen Kopale. Die grofse Verschiedenheit der Kopale beruht auf ihrem Vorkommen in fast allen Weltteilen. Kopale sind harzähnliche Ausscheidungen ausländischer Baumarten, die zum Teil seit Jahrhunderten in der Erde gelegen haben und durch hohen Druck gleichsam versteinert sind, zum Teil sind sie auch neueren Ursprungs. Verwendet werden Kopale, sogenannte fossile Harze, u. a. aus Neuseeland, Sansibar, Angola, Sierra-Leone, Batavia, Sumatra, Brasilien, Kongo, Manilla usw., ferner auch Bernstein aus den Ostseeprovinzen. Diese Naturkopale erfordern eine ihren Eigenarten Rechnung tragende, individuelle Behandlung. Sie werden daher im allgemeinen in Kesseln von etwa 50 kg Inhalt abgeschmolzen, jedoch sind auch Schmelzkessel gröfseren Fassungsvermögens — bis zu 1000 l Inhalt — im Gebrauch. Die Schmelzkessel für hochwertige Kopale werden abfahrbar eingerichtet, damit man in der Lage ist, sie in besonders kritischen Augenblicken vom Feuer entfernen zu können.

Soll der Kopal zu besonderen Zwecken, z. B. Farben-Misch-Lacken verwendet werden, mufs er seiner sauren Reaktion wegen durch Veresterung (mittels Glycerin) neutralisiert werden.

Die beim Schmelzprozefs auftretenden, übelriechenden und feuergefährlichen Dämpfe werden durch Lüfter abgesaugt. Die hierbei mitabgesaugten, säurehaltigen Öle der Kopale werden zweckmäfsig in Gruben geleitet, dort als Niederschlag aufgefangen und weiterer Verwendung nutzbar gemacht.

Die Befeuerung der Schmelzkessel geschieht durch Koks, Steinkohle oder Braunkohle — in neueren Anlagen durch Prefsgas oder Öl, welch letztere Feuerungen eine bessere Regelung zulassen.

Früher liefs man die Lacke längere Zeit lagern, wobei sich die in den Harzen und Ölen vorhandenen Verunreinigungen absetzten. Heute werden die fertigen Erzeugnisse nach genauer Vorprüfung in bezug auf Farbton, Konsistenz, Streichfähigkeit, Trockenkraft (an der Luft oder im Ofen) noch in warmem Zustande geschleudert und, soweit nötig, aufserdem noch filtriert. (Filtrieren gröfserer Lacksude — 1000 bis 5000 kg — in Kammerfilterpressen.)

Das Filtrieren der Lacke läfst eine Abkürzung der Zeit der Lagerung zu, sie völlig zu ersetzen, vermag es nicht. Beste Kutschen- und Schleiflacke erfordern eine monatelange Lagerung. Eine Lagerung ist auch durch neuzeitliche Herstellungsverfahren nicht ausreichend zu ersetzen.

Für die Herstellung von blanken Lacken, Schwarzlacken, Isolierlacken, Firnis, gleichviel, ob dieselben in grofsen eingemauerten Kesseln oder wie bei feinen Kopallacken in fahrbaren Kesseln erfolgt, ist es unerläfslich, dafs durch den leitenden Chemiker eine scharfe Kontrolle der zu erreichenden und zu haltenden Temperaturen (Fernthermometeranlagen von den Schmelzräumen nach den Laboratorien) ausgeübt wird.

In »Albertol« und ähnlichen Kunstharz-Erzeugnissen haben wir deutsche Erzeugnisse, die eine Einschränkung der Einfuhr von Kopalen als volkswirtschaftlichen Gewinn mit Sicherheit erhoffen lassen. — »Albertol« der Firma Dr. Kurt Albert, Amöneburg bei Biebrich a. Rh., verdient um deswillen besondere Würdigung, weil dieses Erzeugnis es in der Kriegszeit, d. h., bei völliger Abschnürung jeglicher Einfuhr ausländischer Erzeugnisse, den deutschen Lackfabriken ermöglichte, die ausländischen Kopale durch die Albertol-Kunstharzerzeugnisse zu ersetzen. Diese haben einen Schmelzpunkt, der den der Harzkopale erreicht, sie stehen den Kopalen in chemischer Widerstandsfähigkeit, insbesondere gegen alkalische Einwirkungen, nicht nach.

Der Bedarf an Leinöl, das durch Auspressen von Flachssamen gewonnen wird, kann nur zum geringen Teil in Deutschland gedeckt werden. Der weitaus gröfste Teil Leinsamen wird aus Rufsland, Ostindien, Argentinien usw. eingeführt.

Die Leinölkessel werden auf offenem Feuer oder mit Dampf beheizt. Für die Lackherstellung genügt eine Vorwärmung auf 100 bis 200°. Die Herstellung von Standöl erfordert höhere Temperaturen bis zu 310°, sie geschieht zur Vermeidung von Feuersgefahr in luftdicht abgeschlossenen Kesseln unter Kohlensäuredruck oder im luftverdünntem Raum.

Die Verwendung grofsräumiger Firniskessel — bis zu mehreren tausend Litern Inhalt — kommt der Gleichmäfsigkeit der einzelnen Sude zugute.

Als Verdünnungsmittel, das im gegebenen Augenblick der Lackschmelze aus Kopal und Öl zugesetzt wird, wird vorzugsweise Terpentinöl verwendet. Es wird aus Fichtenharz mittels Wasserdampfdestillation gewonnen. Verwendet wird neben amerikanischem Terpentinöl französisches und spanisches, wohingegen griechisches und russisches Terpentinöl für den Welthandel kaum in Betracht kommen, russisches (auch Wurzelterpentinöl genannt) überdies seines unangenehmen Geruches wegen für feine Lacke nicht zu gebrauchen ist.

Das Bestreben, sich von dem teuren Terpentinöl unabhängig zu machen, führte zur Herstellung von Verdünnungsmitteln, die vornehmlich in Petroleumprodukten gefunden werden. (Abdestillation der für die Herstellung der Terpentinölersatzmittel geeigneten Fraktion aus Petroleum.) — Als volkswirtschaftlich bedeutsames Erzeugnis hat sich »Dekalin« (hydriertes Naphthalin) erwiesen, das aus deutschem Naphthalin hergestellt wird. Neben Terpentinöl, Erdöldestillaten und hydriertem Naphthalin lassen die besonderen Bedingungen für die Lieferung von Anstrichstoffen für Fahrzeuge der D. R. G. auch gereinigtes Kienöl zu. (»Hydroterpin« wird meines Wissens aus russischem Kienöl gewonnen.)

Wiederholen möchte ich zum Schlufs dieses Abschnitts, dafs mir die wissenschaftliche Erforschung des Holzöls und dessen sich hierauf gründende richtige Anwendung an Stelle von Leinöl oder mit Leinöl gemischt, der beachtlichste und wertvollste Erfolg der letzten Jahre dünkt. Ein Teil der im nächsten Abschnitte beschriebenen neueren Erzeugnisse stützt sich auf diesen Erfolg.

C. Neuere Erzeugnisse der Farben- und Lackindustrie.

Das Imprex-Verfahren der Firma Gustav Ruth in Wandsbek, die meines Wissens als erste den Spargedanken in die Güterwagenlackierung hineingetragen hat, wird von

Digitized by Google

Prof. Eibner in seiner Abhandlung voll gewürdigt und mit eingehenden Versuchsergebnissen belegt, so dafs es sich für mich erübrigt, auf dieses Verfahren näher einzugehen und dies um so mehr, als es der Fachwelt bereits ausreichend bekannt sein sollte.

Soweit Erzeugnisse deutscher Farben- und Lackfabriken nachstehend namentlich aufgeführt sind, dürfen diese lediglich als aus den mir von den Firmen zur Verfügung gestellten Unterlagen entnommenen Beispiele nicht als Werturteile meinerseits angesprochen werden.

Anspruch darauf, zu den Stoff und Zeit sparenden, neueren Anstrichverfahren gerechnet zu werden, erhebt z. B. das »Faktor-Verfahren« der Lackfabrik Hermann Frenkel, Leipzig-Mölkau.

»Faktor« wird in zwei Gütegraden hergestellt, von denen für die Eisenbahn und die Fahrzeugbauanstalten besonders »Faktor L« in Betracht kommt. Gegenüber der bisherigen Arbeitsweise nach den Vorschriften des Eisenbahn-Zentralamts, Berlin, mit dreimaligem Regelanstrich- oder sodafesten Farben, werden nur zwei Anstriche und zwar einmal mit Faktor-Grund- und einmal mit Faktor-Deckfarbe ausgeführt. Diese Lackierung ist sodafest und kann sowohl für offene als auch für gedeckte Güterwagen, Gepäck- und Postwagen angewendet werden.

Da die D. R. G. grofsen Wert auf schnelle Erledigung der Lackierungsarbeiten an Personenwagen usw. legt, wurden umfangreiche Versuche mit sogenannten spachtelarmen Verfahren angestellt, durch die innerhalb 6 Arbeitstagen eine tadellose, der bisherigen gleichwertige Lackierung, erreicht werden soll.

Zeit und Stoff sparend sind auch die Lackpolierverfahren (zuerst in Amerika angewandt), für deren Einführung in Deutschland sich meines Wissens die Firma Adolf Oesten, Berlin, zuerst einsetzte. Gegenüber dem Schellackpolierverfahren bieten die Lackpolierverfahren insofern namhafte Vorteile, als die Lacke mit dem Pinsel aufgetragen, mit Bimsstein und Wasser abgeschliffen und dann mit Polierwasser mit verhältnismäfsig geringem Lohnaufwand auf Politurglanz gebracht werden können, wohingegen das Hochglanzpolieren mit Schellackpolitur erheblich höhere Lohnaufwendungen erfordert.

Die amerikanischen Erfolge im Schnell-Lackierverfahren gaben der deutschen Farben- und Lackindustrie Anlafs mit allem Nachdruck darauf hinzuarbeiten, dafs die deutschen Erzeugnisse und Anstrichverfahren auf gleiche Höhe wie in Amerika gebracht werden. Weitgehende Anwendung finden diese Verfahren bisher schon, in der Automobilindustrie, inwieweit die in einer Reihe von Eisenbahnausbesserungswerken aufgenommenen Versuche beim Anstrich von Eisenbahnfahrzeugen bereits zu greifbaren Ergebnissen geführt haben, entzieht sich meiner Kenntnis. Es steht zu erwarten, dafs hierüber demnächst von berufener Seite Veröffentlichungen erscheinen werden.

Alle diese Schnell-Lackierungsverfahren beruhen auf der Verwendung von Nitro-Cellulose-Lacken. Die Anstriche können nur im Spritzverfahren aufgebracht werden. Das aufserordentlich schnelle Trocknen der Nitrocelluloselacke läfst ein Auftragen mit dem Pinsel im Allgemeinen nicht zu. Für Innenanstriche der Abteile von Personenwagen soll jedoch auch ein Auftragen dieser Lacke mit dem Pinsel möglich und üblich sein.

Die Nitrocelluloselacke und ihre Anwendung werden von bekannten Farben- und Lackfabriken unter den Namen »Temperol-Zellhorn-Emaillier-Verfahren«, »Glasso», »Elegantine« usw. in den Handel gebracht. Diese von den Herstellern gewählten Bezeichnungen sind ein Beweis dafür, dafs wir uns bezüglich der Nitrocelluloselacke noch in der Entwicklung befinden. Auch hier wird man nach einiger Zeit zu einheitlichen Lieferungsbedingungen kommen, die Sondernamen für diese Erzeugnisse werden damit ihre Berechtigung verlieren.

Die Zöllner-Werke, A.-G. für Farben- und Lackfabrikation in Berlin-Neukölln, glauben aus der Vielheit der amerikanischen Versuche in der Verwendung von Nitrocelluloselacken schliefsen zu müssen, dafs alle diese Versuche nicht befriedigten. Die Bedenken dieser Firma richten sich gegen die Feuergefährlichkeit und den hohen Preis der Nitrocelluloselacke. Inwieweit diese Bedenken berechtigt sind, wird die Praxis erweisen müssen.

In ihrem deutschen »Tokiol«-Lack glaubt die Firma einen Überzuglack herausgebracht zu haben, der die Vorzüge der bis dahin verwendeten Leinölkopallacke mit einer wesentlich verkürzten Trockenzeit verbindet. Der Zeitgewinn beruht auf der Verwendung chinesischen Holzöles. Es gelang jahrelanger Forschungsarbeit, das Holzöl, ohne dafs es erstarrte, zu Dicköl zu kochen und damit seine hervorragenden, anstrichtechnischen Eigenschaften sich so zunutze zu machen.

Die Firma Gustav Ruth A.-G., Wandsbek, auf deren beachtliche Schrift »Die fortschrittliche Wagenlackierung und Auto-Schell-Lackierung mit Temperol« verwiesen werden darf, verschlofs sich nicht der Erkenntnis, dafs die Durchführung der Lackierarbeiten in den Fahrzeugbauanstalten und in der Autoindustrie dringend einer wirtschaftlichen Besserung bedurfte. Ohne Gefährdung bestmöglicher Haltbarkeit der Anstrichstoffe mufste eine kurzfristigere Fertigstellung der Anstriche erstrebt werden. Durch Anwendung ihrer »Temperolfabrikate« glaubt die Firma Ruth die Mängel der seitherigen Lackierverfahren zu vermeiden, hält dabei fest an dem bewährten Aufbau der Lackierung unter Mitbenutzung von Spachtel und Öllacken.

Die Firma Herbig-Haarhaus A.-G., Lackfabrik in Köln-Bickendorf hat in ihrem »Herbol-Auto-Lack« ein Erzeugnis herausgebracht, das es ermöglichen soll, einen Kraftwagenaufbau in 6 Tagen zu lackieren, gegenüber 21 Tagen, die bis dahin benötigt wurden. — Inwieweit der Herbollack auf Grund der damit in Eisenbahnausbesserungswerken angestellten Versuche Verwendung finden wird, vermag ich nicht zu übersehen, die wirtschaftlichen Ergebnisse dieser Versuche werden hierfür ausschlaggebend sein.

Von schnelltrocknenden Lacken seien weiter erwähnt: »Celerol«, ein Holzölfabrikat der Firma Gebr. Mankiewicz u. Co., Lack- und Farbenfabrik, Hamburg und »Florielin-Lack« der Firma Edmund Müller und Mann, Berlin-Tempelhof, ein alkalibeständiges auf Grundlage von Holzöl in Verbindung mit präpariertem Kopal oder Kunstharz hergestelltes Erzeugnis.

Zweifellos sind diese neueren Erzeugnisse noch nicht ausreichend erprobt. In der Vorkriegszeit pflegten die Staatseisenbahnen neue Anstrichstoffe für Fahrzeuge erst allgemein zuzulassen, nachdem sie zwei bis drei Jahre auf ihre Haltbarkeit geprüft worden waren. Das Bekanntwerden amerikanischer Verfahren hat gewifs Umwälzungen in der Lack- und Farbenherstellung Deutschlands ausgelöst, es wäre jedoch verfehlt, schon jetzt ein abschliefsendes Urteil über die neueren Erzeugnisse und über die damit herausgebrachten neuen Anstrichverfahren abzugeben.

Die in der Vorkriegszeit geübte Vorsicht hat sich bewährt und vor manchen Mifserfolgen bewahrt. Die neuere Zeit bringt raschere Entschliefsungen — möchte ihnen allen ein Erfolg und volkswirtschaftlicher Gewinn beschieden sein!

Den Abschlufs dieses Abschnittes bilde der Hinweis, dafs die Herstellung einer Farbe zur erfolgreichen Verhütung der Anrostungen des Untergestells bei den zur Beförderung von Koks benutzten Wagen eine voll befriedigende Lösung meines Wissens bisher nicht gefunden hat. Das Regenwasser nimmt beim Durchrieseln der

Digitized by Google

Koksladung schweflige Säure auf, der Holzfufsboden saugt das Wasser auf, die Berührungsflächen zwischen Holz und eisernen Lang- und Querträgern werden lange Zeit feucht erhalten. Die Folge sind starke Anrostungen, die hohe Unterhaltungskosten verursachen und zu vorzeitigem Verschleifs der Träger führen. Besonders stark treten diese Anrostungen da auf, wo der Holzfufsboden auf dem Untergestell aufliegt, weniger an den freiliegenden, von der Luft bespülten Querträgern.

Es ist verständlich, dafs diese Frage seit Jahren die Eisenbahnverwaltungen, insbesondere die zuständigen Fachausschüsse der D R. G. beschäftigt. Durch Verstärkung der eisernen Träger kann dem Übel nicht abgeholfen werden, der Verschleifs bis zur zulässigen Grenze könnte hierdurch lediglich hinausgeschoben werden. Dafür mufste das höhere Eigengewicht der Wagen in Kauf genommen werden, die Beschaffungskosten würden sich erhöhen. Eingehende Versuche, dem Mifsstand durch metallischen, im Spritzverfahren aufgetragenen Überzug des Untergestells zu begegnen, führte nicht zu befriedigenden Ergebnissen*). Da Zink und Aluminium durch schweflige Säure angegriffen werden, scheiden sie als Metallüberzug aus. Dagegen schien Zinkgrund mit möglichst porenfrei aufgetragenem Bleiüberzug einen ausreichend widerstandsfähigen Metallüberzug darzustellen. Die Durchführung umfangreicher Versuche scheiterte jedoch an den hohen Kosten des Metallspritzverfahrens.

In der 20. Sitzung des Güterwagenausschusses des Deutschen Staatsbahnwagenverbandes am 5./8. Mai 1920 in Heidelberg sprach ich mich dahin aus, dafs durch Verhandlungen mit den Farbenfabriken versucht werden sollte, für den Anstrich der Untergestelle der für Kokssendungen in Betracht kommenden Güterwagen einen gegen die Einwirkung der schwefligen Säure möglichst unempfindlichen Farbanstrich zu finden.

Gelegentlich der 30. Beratung des Güterwagenausschusses am 29./31. Oktober 1924 in Blankenburg a. H. führte Herr Oberregierungsbaurat Prof. Baumann, Karlsruhe, bei Besprechung des Torkretverfahrens der Deutschen Torkret-Baugesellschaft m. b. H. Berlin aus: »Da nach den Versuchen der torkretierte Beton auch auf den Holzfufsböden gut gehalten habe, komme vielleicht in Frage, auch die Fufsböden der Kokswagen zu torkretieren, um das Kokswasser, das jetzt in kurzer Zeit die Anstriche der Untergestelle zerstöre und besonders die Bremsvorrichtungen beeinträchtige, zu sammeln und an ungefährlichen Stellen abfliefsen zu lassen.«

Man ersieht hieraus, dafs die Frage des Schutzes der eisernen Untergestelle gegen Verrostung und damit vorzeitigen Vergang die Fachwelt nach wie vor quält.

Mir ist wohl bekannt, dafs die deutsche Farbenindustrie sich mit der Lösung dieser Frage auch zur Zeit beschäftigt.

D. Lieferungsbedingungen der D. R. G.

Der Zusammenstellung von Lieferungsbedingungen, die das Ergebnis der Arbeiten des Reichsausschusses für Anstrichverfahren und der zuständigen Fachausschüsse der D. R. G. darstellen, sei vorausgeschickt, dafs die D. R. G. durch diese Vorschriften anerkannt minderwertige Farbenverschnittmittel, wie Zusätze von Harz und Harzverbindungen ausschliefst, die Beimischung von Beschwerungsmitteln verbietet.

Gründliche Arbeit der berufenen Fachausschüsse, wissenschaftliche Forschung und eingehende Beobachtungen in der Praxis haben damit einen vorläufigen Abschlufs gefunden. Schlechte Erfahrungen mit nach dem Kriege vielfach gelieferten und verwendeten Farben und Lacken haben zur Herausgabe neuer Lieferungsbedingungen gedrängt. Mehr denn je jedoch ist die Entwicklung auf diesem Gebiete im Flufs, neue Erzeugnisse und neue Anwendungsvorschriften werden zu Änderungen der in diesem Abschnitt angeführten Lieferungsbedingungen der D. R. G. führen. Die derzeit gültigen Bedingungen haben trotzdem hier Aufnahme gefunden, da man von ihnen erwartet, dafs sie die Lieferung und Verwendung ungeeigneter Anstrichstoffe verhindern werden und ferner in der Erwartung, dafs sie zu einer Bekanntgabe der Erfahrungen weiterer Vereinsverwaltungen Anlafs geben möchten.

Vorschriften für die Lieferung und Verarbeitung von Nitrocelluloselacken im Spritzverfahren können erst aufgestellt werden, wenn die hiermit im Gange befindlichen Versuche so weit hergestellt sind, dafs ein Urteil über die Bewährung dieser Lacke für den Anstrich von Eisenbahnfahrzeugen abgegeben werden kann.

Besondere Bedingungen für die Lieferung von Anstrichstoffen für Fahrzeuge (nur soweit wiedergegeben als sie „Beschaffenheit", „Güteprüfung" und „Ersatz" betreffen).

1. Beschaffenheit.

Die Anstrichstoffe müssen streichfertig geliefert werden und nach sachgemäfsem Verstreichen in spätestens 16 Stunden bei 15—20° staubtrocken sein. Sie müssen unter Verwendung von Öltrockenstoffen hergestellt und frei von Harz (Kolophonium, Kumaronharz) oder Harzverbindungen sein und im übrigen den folgenden Vorschriften für die Zusammenstellung der Anstrichstoffe entsprechen.

Die Farbstoffe müssen ungeschönt und, wenn nichts anderes nachfolgend bestimmt, feinst gemahlen, d. h. kornfrei, sein. Beimischung von Kaolin, Blankfix, Schwerspat, Gips, Kreide oder anderen Fremdstoffen ist verboten, sofern nicht in den Vorschriften für die Zusammenstellung der Anstrichstoffe Ausnahmen zugelassen sind.

Zinkweifs mufs mindestens 99% ZnO enthalten.

Kreide mufs fein gemahlen oder geschlämmt sein.

Bleiweifs mufs garantiert rein sein.

Beinschwarz mufs eine tiefschwarze Farbe haben, darf keine in Wasser löslichen oder unverkohlten organischen Bestandteile enthalten und mufs fein gepulvert sein.

Eisenoxydrot mufs mindestens 60% Eisenoxyd enthalten. Kalzium- und Magnesiumverbindungen dürfen, auf CaO berechnet, nur bis zu 5% enthalten sein.

Zinkoxyd mufs mindstens 90% ZnO enthalten.

Gelber Ocker darf Kalk- und Magnesiumverbindungen, auf CaO berechnet, nur bis höchstens 2% enthalten.

Chromblei darf nur aus reinem chromsauren Bleioxyd bestehen.

Mineralschwarz mufs aus schwarzen Farberden oder Rückständen der trockenen Destillation bitumenhaltiger Stoffe (wie Schieferkoks oder Braunkohlenkoks) bestehen.

Schiefermehl mufs fein gepulvert sein.

Gebrannte und ungebrannte Umbra mufs reiner Erdfarbstoff sein.

Kaolin mufs von Sandbeimischungen durch Abschlämmen befreit sein.

Wagengrün mufs aus mindestens 30% reinem Chromblei und der Rest aus Pariserblau, Ocker (nur bei Ölfarben) und Beinschwarz hergestellt sein.

Die Farbverdünnungsmittel müssen aus Terpentinöl, gereinigtem Kienöl, Erdöldestillaten oder hydriertem Naphthalin bestehen. Sie müssen klar und farblos sein und dürfen keinen aufdringlichen unangenehmen Geruch haben. Der Flammpunkt nach Abel mufs über 21° C liegen. Bei Destillieren nach Engler-Ubbelohde müssen bis 200° C mindestens 98% übergehen. Das Eigengewicht mufs bei 20° C unter 0,900 liegen.

Die sodafesten Anstrichstoffe müssen, auf Eisentafeln gestrichen und nach 48 Stunden eine Stunde lang in eine Lösung von 5 Teilen Soda in 95 Teilen Wasser von 50° C getaucht, 1 Minute lang einen kräftigen Wasserleitungsstrahl aushalten, wobei sich von dem Anstrich nichts ablösen darf. Aufserdem müssen die so behandelten Anstriche nach dem Verdunsten des Wassers noch Glanz aufweisen.

Die Anstrichstoffe für den Innenanstrich von Kühlwagen müssen die Zusammensetzung und Eigenschaften der sodafesten Farben von entsprechendem Farbton haben. Aufserdem müssen die

*) Über metallische Rostschutzmittel siehe auch Organ, 74. Jahrgang 1919, S. 155.

Digitized by Google

mit ihnen hergestellten Anstriche spätestens 48 Stunden nach dem Verstreichen völlig geruchlos sein.

Der Überzugslack für Sitzbänke (Stoff Nr. 563.04) mufs 48 Stunden nach dem Verstreichen Erwärmen auf 40° aushalten, ohne zu kleben.

A. Ölfarben.

Stoffnummer	Sortennummer	Farbe	Mindestgehalt an Leinölfirnis %	Höchstgehalt an Verdünnung (flüchtigen Stoffen) %	Farbstoff [Menge = 100 — (Firnis + Verdünnung)] Art
562.01	01	dunkelgrau	20	2	Bleiweifs und Beinschwarz
„	02	hellgrau	25	3	wie 562.04.02
„	03	rotbraun	45	5	Eisenoxydrot
„	04	dunkelgrau	45	5	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	05	eichenholz	45	5	50% Zinkoxyd, 48 bis 50% Ocker, 0 bis 2% Chromblei
„	06	weifs	45	5	Zinkweifs
„	07	eichenholz	20	20	50% Zinkoxyd, 48 bis 50% Ocker, 0 bis 2% Chromblei
„	08	weifs	20	15	Zinkweifs
„	09	rotbraun	20	15	Eisenoxydrot
„	10	rotbraun	33	10	Eisenoxydrot
„	11	hellgrau	20	15	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	12	schwarz	20	25	Mineralschwarz
„	13	schwarz	33	20	„
„	14	grün	20	20	Wagengrün
„	16	rot	33	wird noch festgestellt	—
„	17	hellgrau	3		—
562.04	01	weifs	10	0	Bleiweifs
„	02	rot	20	0	Roter lichtechter organ. Farbstoff mit höchstens 95% Schwerspat
„	03	gelb	20	0	50% Chromblei und 50% Zinkweifs
„	04	schwarz	20	15	Beinschwarz

B. Lackfarben.

Gruppennummer	Sortennummer	Farbe	Mindestgehalt an Firnis, Kopal oder Standöl %	Höchstgehalt an Verdünnung (flüchtigen Stoffen) %	Farbstoff [Menge = 100 — (Bindemittel + Verdünnung)] Art
564.01	01	Feuerlack schwarz	50	wird noch festgestellt	—
„	02	rotbraun	50	20	Eisenoxydrot
„	03	rot	45	15	wie 562.04.02
„	04	dunkelbraun	50	20	Eisenoxydrot und Beinschwarz
„	05	weifs	45	15	Zinkweifs
„	06	schwarz	50	20	Mineralschwarz
„	07	schwarz	60	20	Beinschwarz
„	08	grün	60	20	Wagengrün
„	09	dunkelgrau	45	15	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	10	hellgrau	45	15	Zinkoxyd und Beinschwarz

C. Sodafeste Grundfarben.

Stoffnummer	Sortennummer	Farbe	Mindestgehalt an Bindemittel %	Höchstgehalt an Verdünnung (flüchtigen Stoffen) %	Farbstoff [Menge = 100 — (Bindemittel + Verdünnung)] Art
562.02	01	Grundfarbe rotbraun	40	20	Eisenoxydrot
„	02	Grundfarbe hellgrau	40	20	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	03	Grundfarbe dunkelgrau	40	20	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	04	Grundfarbe schwarz	40	25	Mineralschwarz
„	05	Grundfarbe weifs	40	20	Zinkweifs
„	06	Grundfarbe eichenholz	40	20	50% Zinkoxyd, 48 bis 50% Ocker, 0 bis 2% Chromblei
„	07	Tafelfarbe schwarz	40	20	In der Hauptsache Schiefermehl und Mineralschwarz

D. Lacke.

563.01	01	Überzuglack (Kopallack)	Zusammensetzung wird noch festgestellt		—
„	05	Überzuglack f. Sitzbänke	60	40	—
„	06	Überzuglack (farblos, sodafest)	60	40	—
„	07	Schleiflack	25	wird noch festgestellt	—

E. Sodafeste Lackfarben.

564.02	01	Deckfarbe rotbraun	50	25	Eisenoxydrot
„	02	Deckfarbe hellgrau	50	25	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	03	Deckfarbe dunkelgrau	50	25	Zinkoxyd und Beinschwarz
„	04	Deckfarbe schwarz	50	25	Mineralschwarz
„	05	Deckfarbe weifs	50	25	Zinkweifs
„	06	Deckfarbe eichenholz	50	25	50% Zinkoxyd, 48 bis 50% Ocker, 0 bis 2% Chromblei

F. Verschiedenes.

Stoffnummer	Sortennummer	Art des Anstrichstoffes	Mindestgehalt an Firnis %	Mindestgehalt an Firnis und Kopal %	Füllstoffe [Menge = 100 — (Bindemittel + Verdünnung)] Art	Höchstgehalt an Verdünnung %
560.04		Verdünnung f. Lackfarben	40 (Standöl)	—	—	60
560.05		Verdünnung f. sodafeste Farben	40 (sodafest)	—	—	60

Digitized by Google

Stoffnummer	Sortennummer	Art des Anstrichstoffes	Mindestgehalt an Firnis %	Mindestgehalt an Firnis und Kopal %	Füllstoffe [Menge = 100 — (Bindemittel + Verdünnung)] Art	Höchstgehalt an Verdünnung %
563.01	03	Porenfüller	10	—	Ocker oder/ und Kaolin	10
563.01	04	Streichlack	—	30 (Kopal)	—	70 (Spirituszusatz ätherischen oder fetten Öls zulässig)
565.02		Eisenlack von Pech in Solventnaphtha oder Schwerbenzin				—
565.05		Spachtel	—	10	mind. 15 % Bleiweifs und/oder Zinkoxyd bis 25 % Schlemmkreide und/oder Kieselkreide Rest Schiefermehl und Umbra	15

In den Werkstätten selbst anzufertigen:

Halböl	50 % Leinölfirnis
	50 % Verdünnung
Spachtelverdünnung	20 % Schleiflack
	10 % Leinölfirnis
	70 % Verdünnung

2. Güteprüfung.

Mafsgebend für die Güteprüfung sind die bei der Reichsbahn angewandten Untersuchungsverfahren. Zur Entnahme der Probe wird der Deckel des Fasses oder sonstigen Gefäfses entfernt und der Inhalt bei Fässern mit einem Holzspachtel von etwa 100 cm Länge und etwa 15 cm Breite, der in einem runden Stiel von etwa 50 cm Länge ausläuft, mindestens 5 Minuten lang kräftig durchgerührt, wobei besonders auf das Aufrühren von Bodensatz zu achten ist. Bei kleineren Gebinden kann der Inhalt mit kleineren Werkzeugen gut durchgemischt werden. Die Probe des so gut durchgemischten Anstrichstoffes wird mit einem langstieligen, kochlöffelartigen Schöpfgefäfs vom unteren Teil des Gefäfsinhalts entnommen. Die zum Umrühren und zum Schöpfen dienenden Geräte müssen vollkommen sauber sein, ebenso die zum Versand der Proben bestimmten Gefäfse.

3. Ersatz.

Für den Farbenanstrich leistet der Lieferer 2 Jahre Gewähr, vom Tage des Anstriches ab gerechnet. Der Lieferer ist verpflichtet, alle Kosten für Ausbesserungen und Neuanstriche, einschliefslich Lohnkosten, die während dieser Zeit infolge mangelhafter Lieferung entstanden sind, zu tragen.

Die Reichsbahn behält sich das Recht vor, die Arbeiten zur Beseitigung von Mängeln für Rechnung des Lieferers nach vorheriger Mitteilung in eigener Werkstätte auszuführen.

Die von der Abnahme ausgeschlossenen Anstrichstoffe lagern am Empfangsort (Erfüllungsort) auf Gefahr des Lieferers und sind innerhalb drei Wochen nach Aufforderung bedingungsgemäfs zu ersetzen.

Die Vorschriften für den Anstrich der Fahrzeuge (Lokomotiven, Personen-, Post- und Gepäckwagen, Güterwagen, Kühlwagen usw.) sind in den besonderen Bedingungen für die Lieferung der Fahrzeuge und den hierzu herausgegebenen Merkblättern festgelegt. Sie enthalten Anweisungen, wie die Baustoffe (Eisen, Holz) vor Aufbringung der Anstriche zu behandeln sind und ferner Vorschriften über die zu verwendenden Anstrichstoffe (Stoff- und Sortennummer der Lieferungsbedingungen), die einzuhaltende Reihenfolge der Arbeitsgänge, die Zahl der jeweils aufzubringenden Anstriche.

E. Schlufswort.

Die mir selbst gestellte Aufgabe sah ich darin, über den heutigen Stand der Fertigung und Verarbeitung der Anstrichstoffe, insbesondere der für Reichsbahnzwecke in Frage kommenden, in gedrängter Form zu berichten.

Den Farben- und Lackfabriken, die mir die für diese Abhandlung erforderlichen Unterlagen zur Verfügung stellten, sage ich an dieser Stelle verbindlichsten Dank.

Auf Vollständigkeit erhebt dieser Aufsatz keinen Anspruch, der in der Literatur verstreute und der mir von einigen Farben- und Lackfabriken eingesandte Stoff konnte nur zum Teil wiedergegeben werden, nicht allen Erzeugnissen der Firmen konnte die von ihnen vielleicht erwartete Würdigung zuteil werden.

Durch die Lieferungsbedingungen und Anstrichvorschriften der D. R. G. sollen dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt keine Fesseln angelegt werden. Auch diese Bedingungen sind nicht für die Ewigkeit geschaffen; sie werden zu ändern sein, wenn sich aus ihrer Anwendung in der Praxis Anstände ergeben, wenn Fortschritte in der Herstellung und Verarbeitung der Anstrichstoffe dies gebieten.

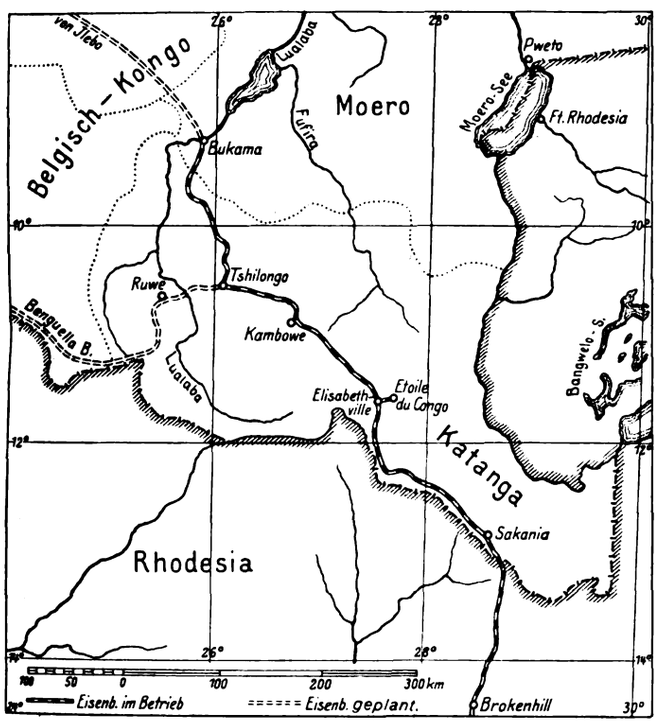
Die Katanga-Eisenbahn.

Von Geh. Oberbaurat Professor **F. Baltzer.**

Eines der wichtigsten und aussichtsvollsten Gebiete im heutigen Afrika ist der Katangabezirk, der den südöstlichen Teil der belgischen Kongokolonie bildet und wegen seines Reichtums an Edelmetallen gegenwärtig vom Grofskapital aller Länder heifs umworben wird. Der südöstliche Ausläufer, der sogenannte Katangazipfel erstreckt sich bis nahe an den 30 ten Grad östlicher Länge und wird, wie die Kartenskizze erkennen läfst, von Nordrhodesien von allen Seiten umklammert. Der Katangabezirk wurde zuerst in den Jahren 1873 bis 1875 von dem englischen Marineoffizier und Afrikaforscher Cameron, dann 1884 von den beiden Deutschen, dem Zoologen Dr. Böhm und dem Afrika-Reisenden Paul Reichard bereist, die im Lande die reichen Kupfergruben entdeckten. Seidem ist der Bezirk wegen der dort festgestellten Erzvorkommen aller Art, insbesondere von Platin, Gold, Diamanten, Zinn, Kupfer, Uran, Palladium, Kobalt, Nickel, Gegenstand eifriger Untersuchungen und wissenschaftlicher Forschungen geworden. Die im April 1891 gegründete belgische Katanga-Gesellschaft rüstete Anfangs einige Reisen und Forschungsunternehmen aus, aber ihre Erfolge blieben unbedeutend. Nachdem der damalige Kongostaat im Vertrage vom 8. Dezember 1900 das alleinige Schürfrecht im Südosten des Katangabezirks den Tanganyika Concessions, Ltd. einer englischen Gesellschaft unter Führung des Kolonialpolitikers Rob. Williams übertragen hatte, bildete sich aus der Williams-Gruppe die Katanga-Eisenbahngesellschaft, mit der der Kongostaat im Vertrage vom 12. Juni 1901 die Bildung einer Studien- und Bau-Gesellschaft für eine Eisenbahn zur Verbindung der Südgrenze der Kongokolonie mit einem Punkt am oberen Lualaba, etwa bei Bukama südlich der Einmündung des Lufira, vereinbarte; drei Fünftel des erforderlichen Kapitals zeichnete der Kongostaat, der Rest kam in englische Hände. Da sich der grofse Reichtum des Katangabezirks an Mineralien immer mehr bestätigte, beschlofs der Kongostaat die wirtschaftliche Ausbeutung des wertvollen Gebiets selbst in die Hand zu nehmen. Zu diesem Zweck begab er im Jahr 1906 eine vierprozentige Staatsanleihe von 150 Millionen Franken für den Bau von Erschliefsungsbahnen in der Kolonie und gründete, um den Einflufs des immer be-

Digitized by Google

drohlicher werdenden englischen Kapitals zu hemmen, neben der bestehenden Katanga-Eisenbahngesellschaft eine besondere Finanzierungsgesellschaft in der belgischen Eisenbahngesellschaft vom Unterkongo nach Katanga, Compagnie du chemin de fer du Bas Congo au Katanga (abgekürzt bez. B. C. K.). Dieser wurden die Geschäfte bei der Finanzierung und dem Bau der geplanten Eisenbahn für Rechnung des Staats übertragen. Durch diese etwas künstliche und verwickelte Form des Unternehmens sollte das engliche Kapital möglichst ausgeschaltet und der belgische Einflufs gestärkt werden.



Katanga-Eisenbahn.

Es handelte sich nun für Belgien vor allem darum, Katanga baldigst mit dem Weltmeer und mit belgischen Ausfuhrhäfen in Verbindung zu setzen. Nach Einverleibung des Kongostaats in Belgien, 1908, machte sich im Mutterlande das Bedürfnis nach einer besseren Reiseverbindung mit dem Katangabezirk lebhaft geltend. Damals erforderte eine Reise von dem kongolesischen Hafen Boma am Unterkongo nach Elisabethville nahezu fünf Monate! Durch den ungewöhnlich raschen Baufortschritt der rhodesischen Eisenbahn, die von Bulawayo aus über Livingstone, Victoria Falls, Kafue und Brokenhill im Dezember 1909 von Süden her die südliche Kongogrenze bei der Station Sakania erreicht hatte, bot sich die unerwartet günstige Gelegenheit, Katanga zunächst mit dem portugiesischen Hafen Beira an der Ostküste von Afrika zu verbinden. Es bedurfte alsdann nur noch des Ausbaues der Katanga-Eisenbahn von der Südgrenze der Kolonie nach Elisabethville und Kambove, um für den Katangabezirk eine Ausfuhrlinie zum Weltmeer in südöstlicher Richtung zu schaffen. Für die Zwecke des Bahnbaues erhöhte die Eisenbahngesellschaft ihr Kapital von einer auf 26 Millionen Franken und schlofs mit der Londoner Baugesellschaft Pauling einen Bauvertrag zur Herstellung der geplanten Bahn ab. Die Bauausführung wurde begonnen und die Bahn im November 1910 bis Elisabethville, 255 km, vollendet. Im März 1911 erhöhte man das Aktienkapital abermals und zwar von 26 auf 80, später auf 105 Millionen Franken, das sind 139 000 Franken für das Kilometer, nachdem man erkannt hatte, dafs die Bahn dem zu erwartenden schweren Massenverkehr nur mit einem kräftigen Oberbau und leistungsfähigen Fahrzeugen in wirtschaftlicher Weise werde entsprechen können. Wenn auch die Geländeschwierigkeiten weniger ins Gewicht fielen, so führten doch bei dem sehr ausgedehnten Frachtweg durch das innere Afrika die aufserordentlich unfangreichen Baufrachten zu einer wesentlichen Steigerung der gesamten Baukosten. Von Beira bis Sakania betrug die Baufracht für die Tonne auf 2 370 km Weg 170 Franken und die Baugüter des nördlichen Streckenabschnitts waren vom Unterkongo bis Bukama sogar auf 3 567 km Frachtweg zu befördern, was die kilometrischen Baukosten der Bahn um etwa 25 000 Franken steigerte. Die Strecke Elisabethville — Kambove, 158 km, wurde nach Überschreitung der Flüsse Sofumwango und Lufira im Juni 1913, der Abschnitt Kambove — Tshilongo, 113 km, im Juli 1914 vollendet. Tshilongo ist der künftige Anschlufspunkt der von Lobitobucht an der Westküste ausgehenden portugiesischen Benguellabahn, die die belgische Kongogrenze bei Dilolo erreichen soll. Die auf kongolesischem Gebiet zu erbauende Flügelbahn von Tshilongo bis zur Westgrenze wird etwa 640 km lang werden; sie nimmt ihren Weg südwestlich über Ruwe und wird nahe der Südgrenze der Kolonie verlaufen. Der Weiterbau der Katangabahn in nördlicher Richtung bis Bukama, im ganzen 725 km, wo der Anschlufs an den Lualaba, den südlichen Endpunkt des schiffbaren Oberlaufs des Kongo, erreicht wird, verzögerte sich infolge des Weltkriegs erheblich, da die Baustofflieferungen unterbrochen wurden; erst im Mai 1918 wurde die Strecke durch Zusammentreffen der nördlichen nnd südlichen Bauspitze vollendet. Die Gesamtkosten der Bahn, einschliefslich 25 km Zweiglinien 752 km, beliefen sich auf 120 Millionen Franken, das sind rund 160 000 Frs/km.

Die Katangaeisenbahn bildet nicht nur ein wichtiges Glied im Zuge des südlichen Abschnitts der Kap-Kairobahn, sondern sie ist heute vielleicht die bedeutendste und verkehrsreichste Kolonialbahn Afrikas, die die gewaltige Ausfuhr der hochwertigen Erzeugnisse des Katangagebiets nach dem Weltmeer vermittelt. Ihre Linienverhältnisse sind auf die Bewältigung eines schweren Massenverkehrs zugeschnitten: auf die ersten 400 km von der Südgrenze aus konnte die Höchststeigung von $1:80 = 12{,}5\,^0/_{00}$ mit einem kleinsten Bogenhalbmesser von 200 m durchgeführt werden, im übrigen beträgt die gröfste Steigung $1:50 = 20\,^0/_{00}$ bei demselben kleinsten Bogenhalbmesser, bis auf einen etwa 25 km langen Abschnitt 80 km vor Bukama, wo Höchststeigungen bis auf $1:40 = 25\,^0/_{00}$ mit einem kleinsten Bogenhalbmesser von 150 m zugelassen wurden.

Die Spurweite ist dieselbe wie bei der rhodesischen Bahn, deren nördliche Fortsetzung sie bildet; die Kapspur, 1,067 m besteht daher hier im südlichen Abschnitt der Kap-Kairobahn einheitlich von Kapstadt bis Bukama, auf 4184 km. Die Kapspur der Katangabahn bildet übrigens eine Abweichung von der sonst in der Kongokolonie angewandten 1 m-Spur der beiden Oberkongo-Umgehungsbahnen und der Lukugabahn Kabalo-Albertville.

Die Linie beginnt an der südlichen Kongogrenze auf 1275 m Meereshöhe und hält sich bis Kambove in Höhen zwischen 1100 und 1500 m; Elisabethville liegt auf + 1253, Kambove auf + 1431 m. Hinter Tshilongo, wo sich die Linie mehr nordwärts wendet, wird bei km 560 der höchste Punkt der Bahn auf + 1639 m, das ist 34 m höher als die Schneekoppe erreicht. Von da fällt die Linie ziemlich stetig um nahezu 1000 m und endet auf dem rechten Ufer des Lualaba in Höhe von 655 m bei Bukama.

Die Linie, die im Allgemeinen die Richtung von Südost nach Nordwest hat, bleibt meist nahe der Wasserscheide zwischen Kongo und Sambesi; sie hat daher wenig Kunstbauten aufzuweisen. Als Besonderheit sind die zahlreichen

Digitized by Google

meist kegelförmigen Ameisenhügel zu erwähnen, die Höhen bis zu 12 m erreichen und deren Durchschneidung durch die Bahn bei ihrer äufserst harten und dichten Masse den Baufortschritt erheblich behinderte. Die erste Station hinter der Südgrenze ist bei km 13 Sakania, belgische Grenz- und Zollstation, zugleich Zugbildungsstation der Kantagabahn; von hier betreibt die Eisenbahngesellschaft von Beira und Maschonaland die Linie der Rhodesia-Katangabahn südlich bis Brokenhill. Auf die nächsten 200 km folgt die Bahn der rhodesischen Grenze in geringem Abstande und gelangt nach Überschreitung einiger Höhenzüge nach Elisabethville. Als 1910 die erste Lokomotive dort erschien, war der Ort nur ein geographischer Begiff inmitten der Wildnis von Busch und Ameisenhügeln. In kurzer Zeit ist dort eine blühende Stadt von Weifsen mit Klubs, guten Gasthöfen, schönen Strafsen, stattlichen Häusern mit Wasserversorgung und elektrischer Beleuchtung, mit einer schönen Kirche entstanden. Heute ist die Stadt Sitz der Hauptverwaltung der Bahn und der Regierung der Provinz Katanga. Von dort geht eine Zweigbahn, 12 km, in östlicher Richtung nach der berühmten Kupfergrube Etoile du Congo. Daselbst hat die »Union Minière du Haut Katanga«, die bedeutendste Bergbaugesellschaft des Bezirks, eine Anzahl Schmelzöfen im Betrieb deren Kupferausbeute in den ersten sechs Monaten des Jahres 1925 bereits über 48000 t betrug. Der Koks kommt auf dem Schienenwege aus den Kohlengruben von Wankie, die südöstlich der Viktoriafälle an der rhodesischen Bahn liegen. Im weiteren Verlauf durchschneidet die Linie den grofsen Kupfergürtel und berührt die wichtigsten Gruben. In Kambove liegt eine der reichsten Gruben, die heute die Hauptquelle für die Versorgung der Schmelzöfen von Elisabethville bildet. Die Grube gleicht einem mächtigen Steinbruch, aus dem das Erz im Tagebau gewonnen und in Bahnwagen verladen wird; um auf kürzestem Wege nach Elisabethville befördert zu werden.

Von besonderen Bauwerken ist ein Talübergang über den Sofumwango zwischen Elisabethville und Kambove, bei km 317 mit einer Gesamtlänge des eisernen Überbaus von 108 m, und neben zahlreichen kleineren Brücken eine 50 m weite Brücke über den Lufira zu erwähnen. Die Brücke über den Sofumwango liegt 21 m über der Talsohle und besteht aus vier Öffnungen, die mit Parallelträgern von 26,2 m Stützweite überspannt werden; die Zwischenpfeiler sind eiserne Gitterpfeiler in Pyramidenform.

Der Oberbau der Bahn ist nach dem Vorbild der rhodesischen Bahn mit Rücksicht auf den zu erwartenden schweren Verkehr für einen Raddruck von 7 t bemessen (gegen 5 t bei der Tanganjikabahn). Die Breitfufsschiene hat dementsprechend das bemerkenswert hohe Gewicht von 29,1 kg/m (gegen 27,8 kg/m bei der Tanganjika.*) und der Kameruner Mittellandbahn). Die Schiene ist 109,5 mm hoch, Kopfbreite 60,3, Fufsbreite 101,6, Stegstärke in der Mitte 11 mm. Die Schienen ruhen auf eisernen Querschwellen von trogförmigem Querschnitt mit 222 mm Breite und 76,4 mm Höhe, mit 34 kg Gewicht und der etwas knapp bemessenen Länge von nur 1,75 m; ihre Form und die nicht einwandfreie Schienenbefestigung mit ausgestanzten Klemmstücken im Deckel der Querschwelle und mit Stahlkeil ist der der britischen Ugandabahn und der Nigerischen Bahnen nachgebildet. Die Schwellen sind nahe dem Ende etwas nach aufwärts gebogen, um für die Schienen die nach innen gerichtete Neigung von 1:20 zu erzielen. Der Oberbau wiegt im ganzen 102 kg/m, gegen 127 kg/m bei der Tanganjikabahn.

Fahrzeuge: Die Lokomotiven sind $^4/_6$ gekuppelte Tenderlokomotiven der Form 2 D mit 82 t Dienstgewicht und fünf- und sechsachsige Lokomotiven mit Schlepptender in den Formen 1 C 1, 1 D 1 und 2 D mit 63 und 82 t Dienstgewicht bei einer Achsbelastung von 14 t. Sie stammen überwiegend aus Nordamerika von der Fabrik von Porter. Es wird durchgehends Holzfeuerung benutzt. — Die Wagen mit Ausnahme der Bauwagen haben je zwei zweiachsige Drehgestelle und sind mit Mittelpuffer und selbsttätiger Kupplung versehen. Die Personenwagen für die Weifsen haben Durchgangsform mit Seitengang und werden elektrisch beleuchtet (Bauart Stone). Zur Erz- und Kohlenbeförderung, die wegen der Ausfuhr eine grofse Rolle spielt, dienen vierachsige eiserne Trichterwagen von 30 t Ladegewicht mit 7,55 m Kastenlänge und 2,5 m oberer Kastenbreite, die mittels drei Paar Bodenklappen selbsttätig entladen werden. Solcher Selbstentlader waren 1916 bereits 300 vorhanden. Die Bahn hat ferner offene und bedeckte Güterwagen von 20 und 30 t Ladegewicht in gröfserer Zahl. Die Züge sind mit der selbsttätigen Luftsaugebremse, Bauart Clayton, ausgerüstet.

Die Hauptwerkstätten liegen in Elisabethville, kleinere Nebenwerkstätten in Sakania und Sankisha, km 695, nahe den beiden Endpunkten der Bahn. — Den Betrieb führt die Eisenbahngesellschaft B. C. K. im Einvernehmen mit der Katangabahngesellschaft für Rechnung des Staates. Die Tarife sind bemerkenswert niedrig, namentlich für die Eingeborenen, und für Massengut, Kohlen, Koks und Erze. Für das Personenkilometer gilt bei 50 kg Freigepäck in erster Klasse 25, in zweiter 15 Cts., und in dritter Klasse bei 25 kg Freigepäck 5 Cts. Schwarze Arbeiter in Trupps von mindestens 20 zahlen 2,5 Cts. (also 2 Pfg.) für das Kilometer. Im Güterverkehr bestehen fünf Tarifklassen mit den Sätzen von 60, 50, 35, 15 und bei 5 t Mindestgewicht 10 Cts. für das tkm; für Elfenbein 1 Frank; für Kohle und Koks $7^1/_2$ Cts. bei monatlicher Verfrachtung von mindestens 750 t, für Kohle $4^1/_2$ Cts. für Zugladungen bei 50 km Mindestweg; für Mineralien bei täglich mindestens 600 t innerhalb eines Monats 5 Cts. und für Zugladungen bei 50 km Mindestweg sogar nur $3^1/_2$ Cts. = 2,8 Pfg.

Verkehr: Die nachstehende Übersicht zeigt die erstaunliche Entwicklung des Güterverkehrs in den Jahren von 1913

in Tonnen:

1913	253985	1919	694754
1914	299975	1920	667897
1915	349320	1921	928214
1916	576673	1922	1388649
1917	646164	1924	2644850
1918	618804	1925	2958306

bis 1925; für dieses Jahr soll er sich mit monatlich 250000 t auf rund drei Millionen Tonnen gesteigert haben. Für Juli 1925 wird bereits ein Verkehr von 281331 t gemeldet. Eine Monatsleistung von 250000 t, überwiegend Ausfuhr nach Beira, würde arbeitstäglich eine Abfertigung von 333 Wagen zu 30 t Ladegewicht (vergl. die oben erwähnten Selbstentlader) bedeuten, das sind täglich elf beladene Züge (zu 33 Wagen) mit rund je 1000 Tonnen Nutzlast. Das ist schon ein bedeutender Grofsverkehr, wie er nur bei einer straffen Organisation und Betriebsführung möglich erscheint.

Mit einer anhaltenden Steigerung des Ausfuhrverkehrs wird man rechnen müssen, da bisher im wesentlichen nur mit der Ausbeute des Kupfers begonnen ist und andere hochwertige Ausfuhrerzeugnisse folgen werden.

Die Katangabahn bietet das bemerkenswerte Beispiel einer grofsen Kolonialbahn tief im Innern Afrikas, die schon jetzt einen beträchtlichen Betrieb und Verkehr zu bewältigen hat und diese Aufgabe, wie es scheint, anstandslos meistert.

*) Organ 1917, S. 241.

Digitized by Google

Fünfzig Jahre Eisenbahngeschichte in Niederländisch-Indien.

Denkschrift: Staatsspoor- en Tramejen in Nederlandsch-Indie 1875. 6. April 1925.

Von C. Leemans, Ingenieur der Niederländischen Staatsbahn, Utrecht.

Nachstehend wird ein kurzer Auszug aus der Denkschrift, die im Jahre 1925 gelegentlich der 50jährigen Erinnerungsfeier der Staatsbahnen in Indien herausgegeben wurde, gegeben. Der 6. April 1875 war jedoch, wie erläuternd bemerkt wird, nicht der Tag, an welchem der erste Eisenbahnzug auf Java abfuhr, sondern der Tag, an welchem das Gesetz über den Bau staatlicher Eisenbahnen auf Java in Kraft trat.

Wie es auch in Europa überall der Fall gewesen ist, hatte erst nach langjährigem, harten Streit dieses Gesetz das »Staatsblatt« erreicht. Schon im Anfang der sechziger Jahren wurde von Privatpersonen die Notwendigkeit von Eisenbahnen auf Java betont. Von mehreren unternehmenden Leuten liefen Konzessionsanfragen für bestimmte Verbindungen ein, doch weiter kam es nicht.

Erstens wollte die Mehrzahl der damaligen hohen Regierungsbeamten aus verschiedenen Gründen vom Eisenbahnbau wenig wissen. Statt den Bau von eisernen Bahnen in Angriff zu nehmen, urteilten diese Herren, sei es besser, die Lösung der Transportfrage, die jeden Tag dringender und schwieriger wurde, in der Einfuhr von Kameelen und Eseln zu suchen.

Selbst noch 1862 fragte ein Abgeordneter im Abgeordnetenhause an, weshalb man nicht eine Probe mit Lamas und Elefanten als Tragtieren gemacht habe. Und während man in Indien endlose Pläne machte, um die Viehhaltung zu vergrößern, — das Zugvieh starb unter dem anstrengenden Dienst in übergroßer Menge —, während man einen Plan zur Aufrichtung eines Staatstransportdienstes mit 4000 »Karbaunen« (eine Art Rindvieh) aufstellte, lagen die Seeschiffe bisweilen ein halbes Jahr in den Häfen, um auf Ladung zu warten und die köstlichsten Erzeugnisse der Landwirtschaft gingen in den Lagerhäusern zugrunde.

Wenn man dabei noch bedenkt, daß viele Leute die Eisenbahnen in Indien als mit den bestehenden Verhältnissen unvereinbar erachteten, daß man die Javaner zu Hause halten müsse, daß man so viel wie möglich den nicht beamteten Europäer, ebenso die chinesischen Handelsleute fern halten wollte, daß man sogar die Einfuhr von Lokomotiven als den ersten Schritt auf dem Wege zum Verlust der Kolonien betrachtete, so braucht man sich nicht zu wundern, daß man nicht weiter kam als zum Reden und Schreiben.

»Hüte dich vor dem ersten Schritt, schrieb einer der höchsten Regierungsbeamten in einer Schrift, welche seinerzeit viel Erregung verursachte; Eisenbahnen werden Java für den eifersüchtigen Fremden öffnen und das Heimatland, mit Staatsschulden beladen und seines köstlichsten Besitzes beraubt, wieder in die frühere Bedeutungslosigkeit zurückwerfen!«

Wirkliche und auch sich nur so nennende indische »Spezialisten« meinten sogar, daß die Hoheit des Gouverneur-Generals (die höchste Regierungspersönlichkeit in Indien) durch die Eisenbahn beeinträchtigt werden könnte.

Wenn man dabei noch bedenkt, daß das Privatkapital abgeschreckt wurde durch Geschichten über schreckliche vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, Überschwemmungen, ferner daß der Eingeborene ein Mensch sei, der keine Reiselust habe, da ist leicht zu verstehen, daß die Eisenbahnfrage während vieler Jahre ungelöst blieb.

Auch der Umstand, daß die Kolonialminister und die General-Gouverneure in rascher Folge wechselten, und daß jeder wieder seine eigene Ansicht in dieser Frage hatte, war Ursache, daß man nicht zu Taten kommen konnte.

Nach schwerem Streit im Abgeordnetenhause bekam endlich der Präsident der Niederlage von der »Nederlandsche Handelmaatscheppy« mit zwei anderen Herren am 6. Juli 1863 die Konzession für den Bau einer regelspurigen Eisenbahnlinie Semarang — Vorstenlanden, Solo und Djokja. Der Staat garantierte einen Zins von $4^1/_2\,^0/_0$ auf ein Kapital von höchstens 14 000 000 Gulden.

Wie es so oft gegangen ist, geriet die Gesellschaft, die die Konzession übernommen hatte, die »Nederlandsch Indische Spoorwej Maatscheppy« in finanzielle Schwierigkeiten, mußte sogar im Jahre 1870 wegen Naturkatastrophen und Geldmangel den Bau einstellen. Der Staat aber half, die Aktionäre ertrugen willig große Verluste, und so wurde schließlich im Jahre 1873 die Linie Semarang—Vorstenlanden—Willen I und auch die Linie Batavia—Buitenzorg (die Residenz des Gouverneur-Generals) eröffnet.

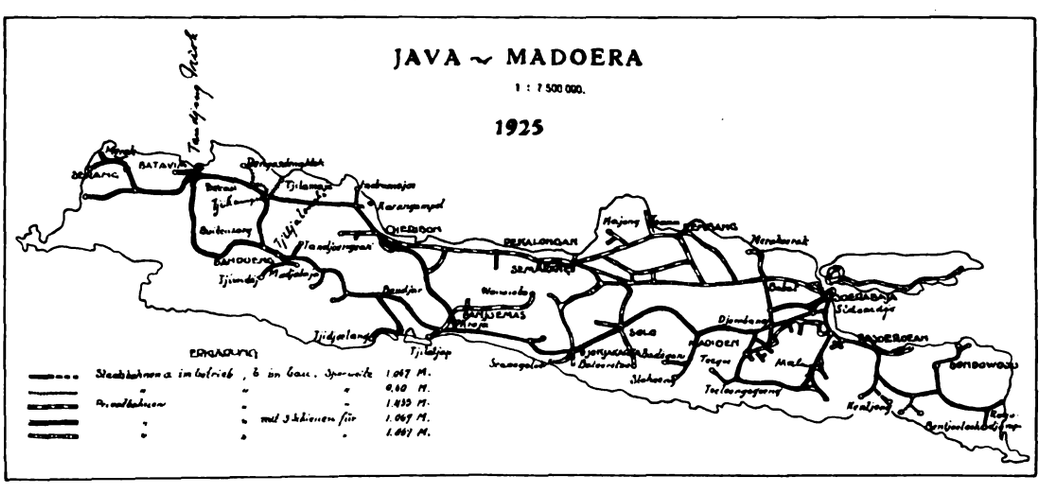


Abb. 1.

Die Schwierigkeiten, mit welchen diese Eisenbahngesellschaft zu kämpfen gehabt hatte, waren natürlich Ursache daß bei Privatleuten die Lust ihr Geld und ihre Arbeitskraft für den Bau von Eisenbahnen einzusetzen, völlig verschwand. Dabei wurde aber die Lösung der Transportfrage immer dringender, so dringend, daß im Jahre 1871 der damalige Kolonialminister M. P. P. van Bosse im Abgeordnetenhause ein Gesetz einbrachte zum Bau von vier Linien, von denen drei untereinander in Verbindung und im Anschluß an die Linie Semarang—Vorstenlanden stehen und Tjilatjap an der Südküste mit Pasoeroean im Osten verbinden sollte. Den Bau sollte der Staat durchführen. Dieser Entwurf wurde niemals Gesetz; für Staatseisenbahnbau waren damals die Zeiten noch nicht reif; und Konzessionäre verschiedener Art wollten dem Staat wohl das ganze Risiko übertragen, aber wenn das Geschäft gut gehe, den Gewinn für sich behalten. Es war wieder der alte Streit zwischen Staatsbau (nicht einmal Staatsbetrieb!) und Privatbau.

Endlich erklärte der Kolonialminister Fransen van der Putte, der selber den Privatbau bevorzugte, bei der Behandlung

Digitized by Google

des indischen Staatsbudgets im Jahre 1874 vor dem Abgeordnetenhause: »Besser Staatseisenbahnen als gar keine Eisenbahn.«

Erst seinem Nachfolger gelang es aber nach sehr schwerem Streite ein Gesetz beim Abgeordnetenhause durchzubringen, das in Aussicht nahm, die Vorarbeiten für einige Verbindungen von Staats wegen in Angriff zu nehmen und probeweise die 115 km lange Strecke Soerabaja—Pasoeroean—Malang vom Staate erbauen zu lassen.

Dieses Gesetz wurde am 6. April 1875 in das »Staatsblatt« aufgenommen. Dieser 6. April ist also als Wendepunkt in der Geschichte der indischen Volkswirtschaft zu betrachten. Sofort wurden unter der energischen Führung des Herrn D. Maarschalk der Bau der Linie Soerabaja—Malang und die Vorarbeiten für die Linien Batavia—Bandoeng, Bandoeng—Tjilatjap, Soerabaja—Soerakarta und Batavia—Tandjong—Prioh in Angriff genommen; schon am 16. Mai 1878 konnte die Strecke Soerabaja—Pasoeroean vom Gouverneur-General feierlich eröffnet und dem regelmäfsigen staatlichen Betrieb übergeben werden. Wie alle vom Staat gebauten und betriebenen Eisenbahnen ist diese Linie in der Spurweite von 1067 mm erbaut worden. Diese Spurweite hat im schwierigen Gelände grofse Vorteile und hat sich sehr gut bewährt.

Am 20. Juli 1879 wurde die ganze Strecke Soerabaja—Malang dem Verkehr übergeben. Die Baukosten dieser 118 km langen Linie betrugen beinahe $9^1/_2$ Mill. Gulden. Im Juni 1878 wurde der Bau der Linie Soerabaja, — Madioen — Blitar angefangen.

Am 6. November 1880 hat D. Maarschalk den Staatsdienst verlassen; sein Nachfolger war H. G. Derx. Bei Maarschalks Verabschiedung waren im Bau begriffen die Linien Sidoardjo—Modjokerto—Kertosono; Kertosono—Blitar und Madioen—Solo, somit Buitenzorg—Tjitjalenka; ferner in der Vermessung Tjilatjap—Tjitjalenka. Am 11. Dezember 1881 wurde noch ein Gesetz angenommen zum Bau der Strecke Pasoeroean—Probolingo, aber nach diesem Jahre kamen schwere Zeiten für den Eisenbahnbau. In Europa wirtschaftliche Schwierigkeiten, in Indien der Atjehkrieg, der viel Geld kostete. Mit grofser Mühe gelang es noch das Geld für die sehr nötige Verbindungslinie zwischen dem Bahnhof und den Hafenanlagen Soerabaja flüssig zu machen.

Erst im November 1894 wurde die Strecke Djokja—Tjilatjap dem Betrieb übergeben, und damit wurde die durchgehende Südverbindung Batavia—Soerabaja geschaffen. Es war allerdings noch keine ideale Verbindung; Staatsbahn Prioh—Batavia, Privatbahn Batavia—Buitenzorg, Staatsbahn Buitenzorg—Djokja, Privatbahn Djokja-Solo, Staatsbahn Solo-Soerabaja, wobei man noch bedenken mufs, dafs die Staatsbahn 1067 mm und die Privatbahn 1431 mm Spurweite hatte, also Schwierigkeiten und Kosten eines wiederholten Spurwechsels (Umsteigen für Reisende, Umladen von Gütern) vorlagen.

In den Jahren 1893/94 fehlte eine zielbewufste Eisenbahnpolitik. Im Oktober 1893 wurde durch den Kolonialminister W. K. Baron v. Dedem ein »Allgemeiner Eisenbahnentwurf für Java« durchgesetzt. Er liefs auch für die Privatunternehmungslust genügend Raum. So wurde zum Beispiel am 7. Dezember 1893 Konzession erteilt für die sehr wichtige Linie Semarang-Cheribon, die zunächst als Sekundärbahn gebaut, aber in diesem Jahrhundert zur Hauptbahn umgestaltet wurde, weil sie in der Nordverbindung Batavia—Semarang—Soerabaja einen sehr wichtigen Teil ausmacht. Zu allgemeinem Nutzen sollte diese Linie in Händen des Staates sein. Jedoch waren zu Anfang 1925 die Unterhandlungen, diese Privatbahn in staatlichen Betrieb zu nehmen, noch nicht beendet.

Ende 1894 waren in Ost-Java 485,5 km Eisenbahnlinien im Betrieb (Östl. Netz) und in West-Java 604 km (Westl. Netz). Die Gesamtkosten betrugen rund 88 881 000 Gulden, das sind 81,580 Gulden für 1 km.

1900 wurde die wichtige Bavitambahn eröffnet, welche West-Java (Anjer) in Verbindung brachte mit Batavia und Ost-Java. Weitere Verbesserungen im Eisenbahnnetz sind noch die Verstaatlichung der Linie Batavia-Buitenzorg im Jahre 1913 für $8^1/_2$ Mill. Gulden, die Verbesserung der sehr dürftigen Eisenbahnanlage in Batavia, die allerdings durch den Weltkrieg und den darauf folgenden wirtschaftlichen Rückgang stark beeinträchtigt wurde, ferner der Bau der Strecke Tjikampek—Cheribon, 137 Kilometer, welche Anfang Juni 1912 in Betrieb genommen wurde.

Endlich wurde noch am 31. Dezember 1912 nach heftigem Widerstand in der Tagespresse und im Abgeordnetenhause ein Gesetz angenommen zum Bau der wichtigen, 158 Kilometer langen Strecke Cheribon—Kroja, die am 1. Januar 1917 eröffnet und wodurch die Möglichkeit geschaffen wurde, eine Tagesverbindung Batavia—Djokja—Soerabaja einzurichten. Infolge des Kriegs und seiner wirtschaftlichen Folgen war bis 1925 diese Verbindung noch nicht in Betrieb genommen.

Organisation der Eisenbahnen.

Am 25. Oktober 1878 wurde das Technische Bureau beim Kolonialministerium in Haag errichtet. Seine Aufgabe war Ankauf, Prüfung, Abnahme und Versendung des gesamten Betriebs- und Baubedarfs für die Eisenbahnen (Lokomotiven, Wagen, Schienen usw.).

Dieses Bureau war anfänglich zwar nur als vorübergehend gedacht, aber wie es oft vorkommt, besteht es am heutigen Tage noch, hat seine Existenzberechtigung bewiesen und sehr nützliche Arbeit geleistet.

1878 wurde die Aufsicht über die Privatbahnen den Staatsbahnen (S. S.) übertragen. Die neue Leitung, unter Führung eines Inspekteur-Generals der S. S. auf Java stehend, wurde sehr unabhängig. Diese Unabhängigkeit war absolut nötig, wollte man dort rasch vorwärts schreiten. Leider wurde 1888 diese Unabhängigkeit völlig eingeschränkt, indem der ganze Dienst der S. S. zu einer Abteilung des B. o. W. (Bürgerliche öffentliche Arbeit) gemacht wurde. Dieser sehr unerwünschte Zustand blieb bestehen bis 1906; damals gelang es dem Oberinspektor, Herrn von Stiprinan Luiseius, die so sehr notwendige Unabhängigkeit für den Staatsbahnbetrieb zurück zu gewinnen. Dieses Jahr 1906 war für die Indischen Bahnen sehr wichtig, sowohl allgemein eisenbahnpolitisch, als auch hinsichtlich des Betriebes. Zunächst wurde die gründliche Verbesserung der Eisenbahnzustände in und um Batavia in Angriff genommen. Dazu war auch an erster Stelle der Ankauf der Linie Batavia—Buitenzorg nötig. Ferner wurde eine kurze Verbindung nach Socraboja errichtet (24 Stunden). Endlich folgte der Bau von Eisenbahnen in Süd-Sumatra.

Als 1913 Herr von Stiprinan Luiseius den Dienst verliefs, übernahm sein Nachfolger, Herr M. H. Damme, der selbst ein vorzüglicher Organisator war, einen Betrieb, der allen Anforderungen genügte.

Während des Krieges konnte wegen des Mangels an Baubedarfsgegenständen keine grofse Arbeit ausgeführt werden; nach Friedensschlufs kam nach einem kurzen gewaltigen Aufschwung bald der allgemeine Zusammensturz, der auch Indien nicht unberührt liefs. Er machte die allergröfste Sparsamkeit notwendig. Herr Damme fand sein Arbeitsfeld hauptsächlich in der Neuorganisation des grofsen Betriebes. So wurden z. B. das Ost- und Westnetz zusammengeschlossen und nunmehr von Batavia aus betrieben.

Auch wurden die Eisenbahnen an der Westküste Sumatras, und die Atjeh-Kleinbahn den S. S. eingegliedert.

Für das grofse Heer der Eisenbahnbediensteten wurde sehr viel getan. Eine neue Einteilung der Dienst- und Ruhe-

Digitized by Google

zeiten wurde durchgeführt, überall, wo es notwendig war, wurden in unbeschränkter Weise Beamtenwohnungen gebaut; eine Studiengruppe für neuzeitliche Betriebsführung wurde eingerichtet usw.

Der Aufsichtsrat wurde als Verwaltungsbehörde vom Betriebe abgetrennt. Unter seiner Leitung wurden viele Aufnahmen und Pläne für neue Verbindungen gemacht, aber erst im Jahre 1925 konnte wieder mit dem Neubau angefangen werden. Als 1919 Direktor Damme den Staatsdienst verliefs, wurde sein Dienst bis 1922 von einem dreiköpfigen Direktorium geführt. Dann unterstellte der damalige Kolonialminister aus prinzipiellen Gründen die Leitung des Betriebs wieder einem einzigen Direktor.

Kurze Geschichte der Eisenbahnen auf Sumatra.

1887 wurde ein Gesetz genehmigt, das den Bau einer Eisenbahnlinie von der Brandewynsbai (Westküste) über Padang—Port de Koch nach Mocara Keletan und Sawah Loento anordnete, ferner den eines Hafens (Cunnahafen) an der Brandewynsbai. Die genannte Bahn dient hauptsächlich zur Abfuhr von Kohlen aus den Ombilni Kohlenfeldern.

Abb. 2.

Am 1. Januar 1894 war die ganze 177 km lange Linie in Betrieb genommen. Die Baukosten betrugen fl. 18 376 000.—.

Schon 1886 war die erste Linie der Deli-Eisenbahn-Gesellschaft Laboean—Médan (der Residenz Delis) eröffnet worden. Diese Bahn wurde später ausgebaut. Sie diente zuerst hauptsächlich dem Privatverkehr der grofsen Tabakgesellschaften. In späterer Zeit wurde sie aber in Besitang mit der Atjeh-Kleinbahn verbunden, womit eine durchgehende Verbindung von Médan nach Kotta Radja (der Hauptstadt Atjehs) geschaffen wurde.

Diese Atjeh-Bahn war ursprünglich eine ausschliefslich strategische Bahn, mit 1067 mm Spurweite gebaut zwischen Oclee Lheue und Kotta Radja, und wurde am 12. November 1876 in Betrieb genommen, allerdings nur für Militärtransport (später umgebaut auf 750 mm Spurweite). 1886 folgte die Erweiterung bis Lambaroe, 1898 bis Seulimeum. 1898 plante der damalige Militärgouverneur von Atjeh, Kolonel J. B. van Heutsj, die Fortführung bis zur Nordküste und weiter nach Tamiang. Ein Teil dieser Linie sollte eine schwere Gebirgsstrecke werden, der hohen Kosten wegen konnte aber diese Strecke vorläufig nicht gebaut werden. Am 20. Dezember 1919 aber kam doch der Anschlufs in Resitang an die Delibahn zustande und damit war der Bau der Atjehbahn, der so unendlich viel zur friedlichen Durchdringung Atjehs beigetragen hat und mit so viel Sorge und Opfern an Menschenleben durchgeführt worden ist, vollendet. Die Betriebsführung geschieht jetzt von Kotta Radja aus.

Süd-Sumatra-Bahn. Die Pläne gehen bis auf das Jahr 1895 zurück. Am 30. Dezember 1911 wurde das nötige Gesetz für den Bau der Linien Teloh Betoeng—Prabamodite und Mocara Cuim—Palembang angenommen, zugleich damit vereinigt die kurze Strecke Tjilegon—Merak auf Java. Zwischen Merak und Süd-Sumatra verkehrt jetzt zweimal wöchentlich eine Dampffähre.

Die Pläne für den Eisenbahnbau auf Borneo, Celebes, Bali usw. sind vorläufig wegen Mangels an Mitteln liegen geblieben. Nur eine kurze Strecke Mokassar (Hauptstadt von Celebes)—Takalan wurde eröffnet.

Erwähnung verdienen noch die zahlreichen, vom Staate betriebenen, ausgezeichneten Automobillinien, u. a. der landschaftlich berühmte Dienst quer durch Sumatra im Anschlufs an die Delibahn nach Padang. Auch auf Java werden übrigens vom Staate Kraftwagenlinien betrieben.

Der Sitz der Direktion und des ganzen Staatsbahnbetriebes wurde 1923 und 1924 nach Bandoeng verlegt.

Am 6. April 1925 waren auf Java in Betrieb 2740 km normalspurige (1067 mm) Staatsbahnen und 120 km schmalspurige (600 mm) Staatsbahnen.

Auf West-Sumatra sind 284 km, auf Süd-Sumatra 406 km in Betrieb, alles Staatsbahnen mit 1067 mm Spurweite. Die Atjehbahn ist 411 km lang, die Spurweite 750 mm.

Aufserdem werden auf Java und Sumatra auf 2032 km Weglänge Staatsautolinien betrieben.

Der gesamte Kostenaufwand für alle Staatsbahnen beträgt

fl. 518 791 000.—.

Der Bestand an Eisenbahnbediensteten beträgt 40 000 Mann.

Oberbau und Brücken. Im Anfang war der Oberbau berechnet für eine Zugsgeschwindigkeit von 60 km/Std; das Gewicht der Schienen betrug 27,68 kg/m, der Schwellenabstand 81 cm. Die jetzige Geschwindigkeit geht bis 100 km/Std.; das Gewicht der Schiene wurde auf 41,5 kg/m gesteigert, die Länge ist 13,60 m bei 65 cm Schwellenabstand. Die Laschen werden seit 1915 derart konstruiert, dafs die Lasche auf der Schwelle trägt und die Schiene in der Lasche hängt.

Digitized by Google

Der Berechnung der Brücken wird seit 1921 ein Lastenzug zugrunde gelegt, der aus einer fünfachsigen Lokomotive und einem vierachsigen Tender besteht; ihre Gesamtlänge beträgt 19 200 mm, das Gewicht 8,75 t/m, die gröfste Achsenbelastung 20 t; die Wagen sind mit einem Gewicht von 5 t/m angesetzt.

Die schwerste Lokomotive wiegt 138 t.

Im ganzen gibt es auf Java 5100 Brücken mit einer Gesamtlänge von 50 km und einem Gewicht von 50 000 t. Es befinden sich darunter einige sehr bemerkenswerte Brücken, z. B. Bogenbrücken mit Zugband über den Tjitaroenflufs in der Linie nach Tjikampek und über den Serajoeflufs in der Linie Cheribon-Kroja, ferner eine grofse Bogenbrücke in Eisenbeton über den Tjiliwangfluss bei Meester Cornelis.

Der heutige Brückenbau steht unter Führung des Brückenbaudirektors Dr. Ing. Haarman auf sehr hoher Stufe und kann den Vergleich mit dem europäischen Brückenbau durchwegs glänzend bestehen.

Der Lokomotivpark. Angefangen wurde mit 1 B Tenderlokomotiven von 15 t Gewicht, das allmählich auf 27 t gesteigert wurde (1885). 1900 wurde die erste 2 B Nafsdampf-Verbundlokomotive (52 t Gewicht) mit Schlepptender eingeführt. In den Jahren 1911 bis 14 wurden 16 Schnellzug-Lokomotiven, 2 C 1, 88 t Gewicht, Zweizylinder, mit vierachsigem Tender in Gebrauch genommen. Auf Probefahrten wurden mit diesen Maschinen sogar Geschwindigkeiten von 120 km/Std. erreicht (auf 1067 mm Spur!). Schon 1919 mufsten für die Eintag-Verbindung Batavia—Soerabaja schwere 2 C 1 Vierzylinder-Verbundlokomotiven mit Überhitzer und Speisewasser-Vorwärmer mit vierachsigem Tender bestellt werden. Diese Maschinen wurden in Amsterdam gebaut, wiegen 109 t und erreichten auf einer Probefahrt mit einem Zug von 200 t Gewicht auf der Strecke Tjakarang—Tamboe eine Geschwindigkeit von 120 km/Std.

Für den immer mehr zunehmenden Güterverkehr wurden 1914 42 Stück 1 D Lokomotiven mit Überhitzer und vierachsigem Tender bestellt (Gewicht 83 t) und nachher wurden noch zehn Stück 94 t schwere 1 D 1 Güterzuglokomotiven, welche ursprünglich für die Uedjaz-Bahn bestimmt waren, angekauft.

Für die schweren Gebirgsstrecken, hauptsächlich auf West-Java wurden allmählich 58 t schwere 1 D + D Malletmaschinen, 77 t schwere 1 F 1 Tenderlokomotiven (1912) und 18 Stück 133 t schwere 1 D + D Malletlokomotiven mit vierachsigem Tender bestellt. Von diesen Malletmaschinen wurden die ersten acht im Jahre 1916 bei der American Locomotive Co. bestellt.

Auf den Bahnen von Sumatras Westküste (Padang) verkehren 37 Reibungslokomotiven (u. a. sieben Stück 1 F 1) und fünf Reibungs- und Zahnradlokomotiven.

Auf den Palembangbahnen (Süd-Sumatra) wird man zur Bewältigung der immer mehr zunehmenden Kohlentransporte 1 D + D Malletlokomotiven in Dienst stellen.

In der allerletzten Zeit sind auch einige Strecken in der Nähe von Batana elektrisiert worden. Am 6. April 1925, gerade am 50. Geburtstag der Staatsbahnen, wurde die erste elektrische Strecke in Betrieb genommen.

Die stromliefernden Werke sind Wasserkraftzentralen. Ein grofser Entwurf für Elektrisierung von Staatsbahnen, Bau von Wasserkraftzentralen im Gebirge (Staubecken) und allgemeine Elektrizitätserzeugung liegt fertig vor und ist bereits 1921 genehmigt worden. Leider kann dieser Entwurf wegen der schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse nur in sehr langsamem Tempo ausgeführt werden.

Für die Güterzüge dienen 50 t schwere AA + AA-Maschinen, für den Personenverkehr dienen zwei Gattungen von Schnellzuglokomotiven: eine 55 t schwer, 1 B + B 1, Länge 16,10 m, die andere 58 t schwer, 1 A + AA + A 1, Länge 12,30 m. Der Strom ist Gleichstrom von 1500 Volt Spannung.

Die beiden grofsen Wasserkraftwerke liefern Drehstrom von 70 000 Volt Spannung, welche in vier Unterstationen der Staatsbahnen in Drehstrom von 6000 Volt Spannung umgeformt wird und in denselben Stationen wieder in Gleichstrom von 1500 Volt.

Die Personenwagen sind für die allerhöchsten Anforderungen berechnet. Für die Expreſszüge, die mit 100 km/Std. Geschwindigkeit gefahren werden, wurden zuletzt 18,50 m lange Fahrzeuge, mit tragenden, als Brückenträger konstruierten eisernen Seitenwänden, in Dienst gestellt. Die Aufsenbekleidung ist wegen der Notwendigkeit, die Temperatur im Wagen so niedrig wie möglich zu halten, aus Holz hergestellt. Alle Fahrzeuge sind, wie in Amerika, mit Mittelgang gebaut. Die Vorteile dieser Anordnung sind: so viel wie möglich Raum für die Reisenden und so viel wie möglich Gelegenheit zur Entlüftung.

Werkstätten. Die Staatsbahnen auf Java verfügen über vier grofse Werkstätten in Manggarai (Batana), Bandoeng, Madioen und Soerabaja, die den höchsten Anforderungen genügen und die den Vergleich mit den allerbesten Werkstätten Europas und Amerikas durchaus aushalten können.

Verkehr. Der Personenverkehr betrug auf Java für die staatlichen Haupt- und Kleinbahnen:

1921: 3 470 000 Reisende 1. u. 2. Kl., 65 100 000 Reisende 3. Kl.
1924: 2 340 000 « 1. u. 2. Kl., 44 400 000 « 3. Kl.

Auf den Reststrecken (aller Bahnen hauptsächlich in Sumatra):

1921: 250 000 Reisende 1. u. 2. Kl., 10 900 000 Reisende 3. Kl.
1924: 160 000 « 1. u. 2. Kl., 8 160 000 « 3. Kl.

Der Güterverkehr:

Auf Java	1921	674 Mill./tkm;
	1924	590 « .
Auf Sumatra usw.	1921 . .	141 500 000 tkm,
	1924 . .	140 250 000 « .

Die Tarife für Reisende betragen:

1. Klasse . . . $5^5/_8$ cent/km,
2. Klasse . . . $3^3/_4$ «
3. Klasse . . . $1^7/_8$ cent/km für die ersten 250 km.

Der Frachttarif beträgt für Entfernungen über 250 km 2 cent/km, für kleinere Entfernungen staffelartig mehr (1 bis 50 km z. B. 12,8 cent/km).

Die Gesamteinnahmen der SS. betrugen:

1921	69 860 000 Gulden
1924	59 100 000 «

(nach vorläufiger Feststellung).

Von den Staatsautomobillinien wurden im Jahre 1923 geleistet:

1. Durch Personenwagen auf Java und Sumatra 222 143 km,
2. Durch Frachtwagen . . . . . 2 194 242 km.

Gesamteinnahmen	1 149 678 Gulden,
Fahrgäste	632 786,
Tonnenkilometer	1 128 200,
Personenwagen	40,
Frachtwagen	161.

1924 betrug das ganze Baukapital der staatlichen Haupt- und Nebenbahnen etwa 586 Millionen Gulden; Rentabilität ungefähr $3^1/_2$ %. 1925 wird das Baukapital 610 Millionen Gulden betragen und 1926 ungefähr 632 Millionen Gulden, die erwartete Rentabilität 3,8 % bzw. 4 %.

Jedoch kommt bei Staatsbahnen die Rentabilität nicht an erster Stelle in Betracht, sondern vielmehr der Dienst am allgemeinen Interesse und die Hebung der allgemeinen Wohlfahrt der Bevölkerung.

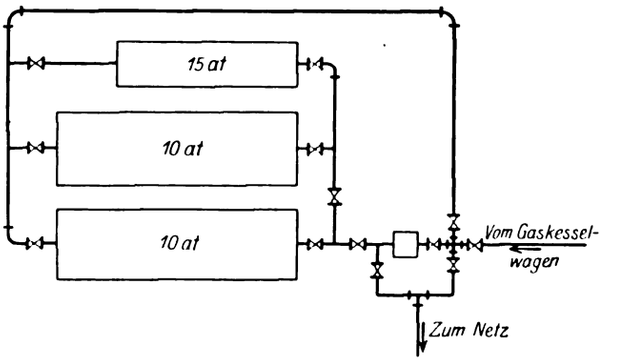
So werden z. B. die Atjehbahnen (23 000 000 Gulden Kapital) und die Süd-Sumatrabahnen (40 000 000 Gulden Kapital) vorläufig gar keine Betriebsüberschüsse bringen. Auch bei mehreren Hauptbahnen auf Java wird dies der Fall sein.

Digitized by Google

Nachtrag zum Aufsatz „Das Umfüllen des Prefsgases".

(Heft 14, Seite 304.)

Die günstigste Ausnutzung erzielt man, wenn man auf dem Zugbildungsbahnhof neben den 10 at-Kesseln, die meist zur Verfügung stehen, einen wenn auch kleineren 15 at Kessel aufstellt und diesen, nachdem in allen Kesseln der Druck auf 6 at gesunken ist, durch geeignete Schaltungen der Ventile aus den anderen Kesseln wieder auf vollen Druck pumpt, wie es die Abbildung zeigt. Es sind in allen Kesseln bei 10 at Druck 490 m³ (bezogen auf at Druck) enthalten. Ohne dieses Überpumpen würden beim Entleeren bis auf 6 at 490 — 276 = 214 m³ stets unbenutzt in den Kesseln bleiben oder mit anderen Worten der Behälterraum des Bahnhofs wäre statt 490 m³ nur 276. Die Schaltungen müfsten in eine solche Abhängigkeit gebracht werden, dafs es nicht möglich ist die 10 at-Kessel versehentlich über den zulässigen Druck zu pressen (s. nebenstehende Abb.). Pontani.



Gasbehälteranlagen mit Hilfskessel für 15 at Druck.

Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses.

In dem Berichte über die Tagung des Technischen Ausschusses des V. D. E. in Friedrichshafen am 27./28. Mai 1926 — Organ Heft 14 vom 30. Juli 1926 — ist angegeben, dafs die verstellbare Lehre zur Untersuchung der Spurkränze vom Technischen Ausschufs entworfen wurde. Wie wir berichtigend nachtragen, sind die grundlegenden Berechnungen und die Entwürfe zu dieser Lehre ausschliefslich bei der Gruppe Bayern bearbeitet worden. Die Schriftleitung.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

Neue Lokomotiven für Brasilien.

In Nr. 19 der Zeitschrift V. D. I. 1926 sind die von Henschel & Sohn in Cassel für Brasilien gelieferten Lokomotiven beschrieben. Sie sind mit einer Reihe von beachtenswerten Neuerungen ausgestattet, deren wichtigste nachstehend kurz wiedergegeben werden sollen.

Feuerkasten und Rost zeigen an den Lokomotiven auffallende, vom Üblichen abweichende Abmessungen, da sie der Verwendung der minderwertigen brasilianischen Nationalkohle von nur 4500 bis 5000 WE und 35% Aschegehalt angepafst werden müfsten. Das Verhältnis von feuerberührter Heizfläche zur Rostfläche zeigt daher auch den ungewöhnlichen Wert 28.

Die 1 D 1 Lokomotive der Rio Grande do Sul Bahn hat wegen der grofsen Schlackenrückstände einen Schüttelrost amerikanischer Bauart mit nur 13 mm breiten Rostspalten. Eine von Hand aus bediente Heizrohrausblasvorrichtung in der Feuerbüchse beseitigt, auch während der Fahrt, die in den Heizrohren lagernde Flugasche. Von der Kesseleinrichtung ist besonders die stark an amerikanische Verhältnisse erinnernde Stahlfeuerbüchse mit Stehbolzen aus dem gleichen Material bemerkenswert. In den gefährdeten Zonen sind Gelenkstehbolzen verwendet, die sich in Amerika so gut bewährt haben, dafs man jetzt schon sehr grofse Kessel damit ausschliefslich ausstattet. Die Heizfläche wird durch eine Verbrennungskammer und durch Wasserumlaufrohre wirksam vergröfsert.

Der Rahmen ist als Barrenrahmen ausgebildet. Gute Kurvenbeweglichkeit des Fahrzeuges wird durch vordere und hintere radial einstellbare einachsige Drehgestelle erzielt. Eine Neuerung stellt die selbsttätige Nachstellung der Achsgabelstellkeile dar. Diese wirkt derart, dafs eine unten liegende Feder mittels Winkelhebel auf den Nachstellkeil drückt. Amerikanischem Brauche gemäfs, sind ferner die Achslager ohne Weifsmetallausgufs hergestellt. Zur Übertragung des Seitendruckes auf das Achslager sind bei den gekuppelten Rädern in den Radnaben gufseiserne Schleifringe angebracht. Die Verbindung von Lokomotive und Tender durch eine sogenannte Radialkupplung, die die zwanglose Einstellung in jeder Krümmung ermöglicht, ist amerikanischen Verhältnissen entnommen. Das Triebwerk weicht nicht sehr stark von den üblichen Ausführungen ab. Bemerkenswert ist aber, dafs mit Rücksicht auf die in niedriger Schicht brennende geringwertige Kohle nur mit 50% Füllung gefahren werden darf. Nur beim Anfahren ist ein höherer Füllungsgrad, nämlich 75%, gestattet. Die Bremsausrüstung entspricht der allgemein üblichen. — Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen; diese tragen den Rahmen in Spurlagern, deren Drehzapfen auf Kugeln gelagert sind.

Bei einer zweiten 1 D 1 Lokomotive der brasilianischen Zentralbahn ist bemerkenswert, dafs die Dampfzylinder als Lauffläche für die Kolben eine eingeprefste Büchse haben, was in den letzten Jahren in Amerika aufgekommen ist, weil die Zylinder des Gewichtes wegen aus Stahlgufs hergestellt werden. Die Umsteuerung zeigt bei dieser Maschine die Ausführung nach Ragonnet (mit Dampf oder Druckluft gespeister Steuerzylinder). Auf die Möglichkeit einer feineren Einstellung der Steuerung wird bei dieser Anordnung verzichtet.

Eine für die Rio Grande do Sul Bahn gebaute Mallet-Heifsdampflokomotive, Bauart 1 C + C 1 mit einem Rost von 5 m² zur Verfeuerung brasilianischer Nationalkohle hat einfache Dampfdehnung in allen vier Zylindern wegen der vollkommen gleichen Ausführung des Triebwerkes beider Rahmengruppen und des ruhigen Laufes der Maschine. Ferner erfährt die Zugkraft durch die vier Hochdruckdampfzylinder eine erhebliche Steigerung. Freilich bedingt diese Ausführung eine recht schwierige Dampfführung zu den einzelnen Zylindern. Der Abdampf tritt durch ein Blasrohr aus, in dem die Ausströmungen der hinteren und der vorderen Zylinder konzentrisch, aber in verschiedener Höhe liegen, so dafs der Abdampf aller Zylinder einen geschlossenen Strahl mit kreisförmigem Querschnitt bildet.

Alle beschriebenen Lokomotiven, auch die Heifsdampflokomotiven, haben Zylinderschmierung mit Auftriebsölern.

Die brasilianischen Bahnen haben Schmalspur von 1 m; das den Gelände- und den wirtschaftlichen Verhältnissen des Landes angepafst ist. Trotz der dadurch gegebenen Beschränkungen weist der Lokomotivpark, für den auch die Firma Henschel & Sohn in Cassel beachtenswerte Aufträge ausgeführt hat, Typen, die nach Abmessung und Leistung den Vollbahnausführungen nahe kommen. Pö.

Masut als Brennstoff der russischen Diesel-elektrischen Lokomotive.

Die russische Diesel-elektrische Lokomotive wurde bisher mit Motorennaphta als Brennstoff gespeist. Die im Masut — bekanntlich einem Rückstand bei der fraktionierten Destillation des rohen Erdöls — aufgespeicherte Wärmeenergie dagegen wird auf dem Umweg der Verfeuerung unter den Dampfkessel zur Zugförderung nutzbar

Digitized by Google

gemacht. Versuche haben gezeigt, dafs bei gleicher Leistung eine derartig betriebene E-Heifsdampflokomotive im Mittel den vierfachen Brennstoffverbrauch in kg wie die Diesellokomotive aufweist. Die unmittelbare Verwendung von Masut als Treibmittel wäre von grofser wirtschaftlicher Bedeutung, um so mehr als rund 10000 kcal Wärmeeinheiten in Form von Masut etwa 0,04 ℳ, jedoch als Motorennaphta 0,054 ℳ kosten. Die Anwendung für Diesellokomotiven würde damit die Brennstoffversorgung der Eisenbahnen mit Erdölerzeugnissen einheitlicher gestalten und auf diese Weise die Einführung der Diesellokomotive erleichtern.

Aus diesen Erwägungen liefs Professor Lomonossoff auch Versuche mit Masut als Treibmittel der Diesel-elektrischen Lokomotive anstellen. Masut ist ein schwererer Brennstoff als Motorennaphta und setzt vor allem der Zerstäubung Schwierigkeiten entgegen. Kompressorlose Motoren, die mit 250 bis 300 at Einspritzdruck des Brennstoffs arbeiten, beherrschen diese Schwierigkeiten leichter, weil auch für die Entzündung und Verbrennung des Triebstoffes günstigere Bedingungen geschaffen sind als bei Druckluftzerstäubung, bei der der Brennstoff von kalter Einspritzluft umgeben in den Zylinder gelangt und sich erst nach einer gewissen Zeit mit der adiabatisch erhitzten Luft vermengt.

Jedoch haben die Versuche von Professor Lomonossoff an dem M. A. N.-Dieselmotor auch bei Prefsluftzerstäubung von Masut gute Erfolge gezeigt. Beim Anlassen mufs allerdings der Motor am besten 10 bis 15 Minuten mit Motorennaphta laufen, damit der Zylinder genügend erwärmt ist. Wird nach einer längeren Anlafsperiode mit Prefsluftbetrieb auf Masut umgestellt, so ist dies unwirtschaftlich und nicht recht zuverlässig. Bei Rückkehr in den Lokomotivschuppen mufs daher rechtzeitig Motorennaphta zugeführt werden, damit zur neuen Fahrt die Leitungen mit Naphta und nicht mit Masut gefüllt sind.

Die Wirkungsgrade der Diesellokomotive bei Motorennaphta- und Masutbetrieb wurden auf der Strecke Klin—Poworowo bei Moskau durch Versuchsfahrten bestimmt. Die Belastung war jedesmal gleich und entsprach der bei E-Heifsdampflokomotiven üblichen Zusammensetzung. Der Dieselmotor lief mit 3 0 Umdr./Min., sein mittlerer indizierter Druck betrug $8^1/_2$ at. Die mittlere Leistung am Treibradumfang ergab sich zu 720 PS. Im übrigen waren sämtliche Versuchsbedingungen bei allen drei Fahrten dieselben, nur der Einblasedruck war bei Masut von 66 auf 73 at gesteigert:

Brennstoff	Motorennaphta	Masut	Masut
Versuchsfahrt . . . . . Nr.	1109	1111	1113
Brennstoffverbrauch . . . . kg/PSh	0,245	0,253	0,249
Gesamtwirkungsgrad . . . . . %	25,3	25,0	25,4

Der Berechnung des Gesamtwirkungsgrades liegen folgende durch Analyse bestimmte Heizwerte zugrunde:

Motorennaphta . . . . . 10200 kcal/kg
Masut . . . . . 9975 kcal/kg

Der Gesamtwirkungsgrad ist also bei Verwendung von Masut nicht schlechter als bei Motorennaphta. Wie sich jedoch der neue Brennstoff im Dauerbetrieb bewährt, — die Versuchsfahrten beliefen sich auf rund 30 Min. — kann nur durch weitere Versuche geklärt werden.

(Z. V. D. I. 1926, Nr. 16.) G. H.

Anfressungen an Kesselblechen und Heizrohren.

Einen ausführlichen Bericht über diese Frage bringt Railway Age in Nummer 8 der ersten Hälfte des Jahrganges 1925. Die Notwendigkeit der Erneuerung von Feuerbüchsen und sonstigen Kesselteilen nach zwei bis drei Jahren und von Heizrohren nach 1 bis $1^1/_2$ Jahren infolge von Anfressungen war schon vor 50—60 Jahren vorhanden. Sie sind zwar nur einer von den vielen Schäden, welche auf schlechtes Speisewasser zurückzuführen sind; weil aber allenthalben in der letzten Zeit sehr viel für die Reinigung des Speisewassers geschehen ist und damit die sonstigen Folgen schlechten Wassers fast verschwunden sind, fallen jetzt die Kosten für die Beseitigung der Anfressungen besonders auf, da sie in die Millionen gehen und aufserdem noch im Zunehmen sind. In manchen Gegenden Amerikas haben mit der Verbesserung der Wasserverhältnisse die Zerstörungen durch Anfressungen sogar zugenommen; ob dies auf das Fehlen des schützenden Kesselsteins oder auf unmittelbare Einwirkung des Wassers zurückzuführen ist, ist unentschieden. Als Ursache der Anfressungen wird angesehen: 1. ein Überschufs an Kohlensäure (CO_2), 2. die elektrolytische Wirkung, 3. der Einflufs von Natriumsulfat (Na_2SO_4), das bisher — abgesehen vom Schäumen — als „neutral" betrachtet wurde, 4. die Erkenntnis, dafs geeignete Lösungen von Natronlauge ($NaOH$) und Soda (Na_2CO_3) die Anfressungen verhindern.

Nach neuerlicher Auffassung mufs überall da, wo Zerstörungen durch Anfressungen auftreten, ein Spannungsgefälle und ein Elektrolyt vorhanden sein; als solcher ist Kohlensäure oder eine andere Säure anzusehen. Zunächst löst sich das Eisen an der Stelle des höchsten Potentials; dann wird dieses „ionisierte" Eisen infolge seiner Verbindung mit Sauerstoff oder einem andern Agens ausgewaschen. Der Vorgang hört auf, wenn die elektromotorische Kraft nachläfst oder wenn die Ablagerungen im Kessel sich so anhäufen, dafs sie die Elektrolyse unterbrechen wird; ferner, wenn die Lösung selbst unwirksam wird. Man will hierbei gefunden haben, dafs die Konzentration an Wasserstoffionen ein Mafs für die zerstörende Wirkung der Lösung sei.

Hiernach sind die Mittel, die Anfressungen zu verhüten, solche, welche die elektrolytische Wirkung des Wassers verhindern. Der elektrische Spannungsunterschied im Baustoff kommt nicht allein von Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung, sondern auch von solchen in den Fasern des Stoffes und von der Berührung mit anderen Stoffen her. So erklärt man sich, warum Kesselsteinansatz in manchen Fällen schützt und in anderen nicht, warum die Anfressungen in alkalischem Wasser, ja sogar schon durch Temperaturunterschiede im Kessel entstehen. Den meisten Vorteil verspricht man sich von der Erkenntnis, dafs genügend starke Lösungen von Lauge und Soda die Anfressungen verhindern, wenn man nur den Nachteil beseitigt, dafs diese beiden Salze zum Schäumen Anlafs geben, was neuerdings gelungen sein soll. Besonders legt man jetzt Wert auf Rostschutz der Rohre und Feuerbuchsbleche an den Befestigungsstellen; man vermeidet das lange Stapeln im Freien, da man in der Anrostung der Walzhaut die Ursache zum Beginn der Anfressungen erblickt; aus dem gleichen Grunde wird legierter Stahl, Bleiüberzug bei Rohren, das Auskleiden des Kesselinnern mit Zement, die Erhöhung der Widerstandskraft der Oberfläche durch Behandlung mit Chromsäure u. a empfohlen. Bttgr.

Neuartiger eiserner Güterwagen.

Eine englische Fabrik hat einen eisernen Kohlenwagen gebaut, dessen Wagenkasten nach ganz neuartigen Grundsätzen durchgebildet ist. Das sonst auch bei eisernen Wagen übliche Gerippe aus Formeisen fehlt vollständig; dafür sind die Wand- und Bodenbleche an den Seitenkanten und Ausschnitten zwei- bis dreimal gerollt. In ähnlicher Weise sind die Bleche mittels Falz an den Ecken und am Wagenboden miteinander verbunden. Das Untergestell ist das in England übliche aus Holz.

Der Wagen soll bei besonderen Belastungs- und Auflaufversuchen gut standgehalten haben. Er wird aber wohl, wie die eisernen Wagen, im allgemeinen, verhältnismäfsig grofse Unterhaltungskosten erfordern, ganz abgesehen davon, dafs der Ersatz einzelner durchgerosteter oder sonst beschädigter Teile infolge der Falzung überhaupt sehr schwer sein dürfte.

The Railw. Eng. 1925, Febr. R. D.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Zur Hemmschuhfrage.

In Heft 2 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens vom 30. Januar d. J. wird von dem Direktor der Fabrik für Eisenbahnbedarf, H. Büssing & Sohn, G. m. b. H., in Braunschweig, Herrn Susemihl, versucht, die in dem Aufsatz in Heft 9, Jahrgang 1925, Einheitshemmschuh, von Reg.-Baurat L. Sufsmann, Altona, veröffentlichten Erfahrungen zu widerlegen.

Es ist kaum anzunehmen, dafs die Hersteller von Bremsschuhen über so umfassende Erfahrungen über die Bewährung von Neuerungen an Hemmschuhen verfügen, wie die Ausbesserungswerke. Diese

Digitized by Google

erhalten von den Dienststellen eines gröfseren Bezirkes die abgenutzten Hemmschuhe zur Ausbesserung und bekommen so im Laufe der Jahre einen vollkommenen Überblick über die Bewährung der verschiedenen Bauarten, der kaum zu übertreffen sein wird. Wir kommen grundsätzlich zu ähnlichen Ergebnissen wie der Verfasser des Aufsatzes in Heft 9 des Organs.

Bei den vielfachen Verbesserungsvorschlägen der Lieferfirmen an Hemmschuhen, ist stets eine erhebliche Gewichtszunahme zu beobachten. Eine solche bietet aber nicht die Gewähr für sicheres Abfangen der Wagen. Angenommen aber, dafs dieses Ziel im Einzelfall damit erreicht würde, müfste das Ergebnis im ganzen doch

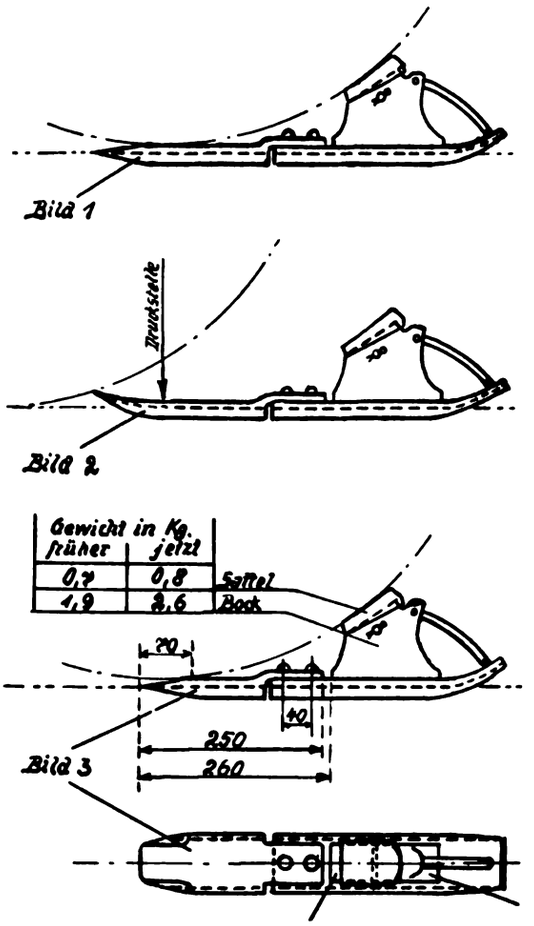


Abb. 1 bis 3.

1. Hemmschuh mit zu langer Sohle.
2. Derselbe Hemmschuh wie Bild 1 mit eingedrückter Sohle und dadurch nach oben gehobener Spitze.
3. Normaler Hemmschuh. Breite des Bockes früher 52 mm, jetzt 56 mm. Die Wandstärken des Bockes sind um 2 mm verstärkt und sämtliche scharfen Innenkanten sind abgerundet.

negativ bleiben, weil der Rangierer nicht in der Lage ist, den ganzen Tag mit derartig schweren Gewichten herumzulaufen und zu hantieren. Der bisherige Büssingsche Hemmschuh, in geeigneter Weise verstärkt, ohne ein übermäfsig hohes Gewicht zu erreichen, entspricht unseren Erfahrungen nach den an einen guten Hemmschuh zu stellenden Anforderungen, wenn besondere Sorgfalt auf die Herstellung der Formen gelegt wird, wie dies auch in dem Aufsatz des Herrn Regierungsrat Sufsmann zum Ausdruck gebracht ist. Wir verwenden schon seit Jahren ähnliche Mefsgeräte, wie in dem Aufsatz beschrieben, mit gutem Erfolge. Die Schuhe werden gleichfalls vorgeschuht, jedoch abweichend, wie in Heft 9 beschrieben, mit gekröpftem Vorschuh, während der hintere Teil der Sohle gerade bleibt.

Aufser der geeigneten Formgebung für die Auflaufspitze ist noch besonderes Gewicht auf die Länge des Vorschuhes zu legen. Die von den Firmen angelieferten Hemmschuhe haben häufig eine zu lange Sohle; der auflaufende Wagen bleibt nicht auf der höchsten Stelle der Spitze stehen, sondern auf der Sohle und drückt diese mit der Zeit ein; der Wagen läuft nicht selbsttätig wieder herunter, sondern mufs mit einer Brechstange heruntergeschoben werden. Schon nach kurzer Benutzungsdauer ist an dieser Stelle eine Schwächung entstanden und die Spitze biegt sich hoch. Die Folge davon ist, dafs der Wagen auf die hochstehende Spitze drückt, den Hemmschuh dadurch hinten anhebt und herauswirft. Viele Unglücksfälle sind auf diesen Fehler zurückzuführen.

Den gröfsten Druck hat in jedem Falle die Spitze und der Bock mit der Bremsbacke aufzunehmen; diese Teile unterliegen deshalb der gröfsten Abnutzung. Aus diesem Grunde kann aber auch nichts Widersinniges darin gefunden werden, wenn der Vorschlag gemacht wird, den Hemmschuh von vornherein mit angenieteter Spitze zu versehen, zumal die Auswechslung sehr einfach und mit geringen Kosten verbunden ist. Ebensowenig kann etwas gegen den Vorschlag der rechtzeitigen Auswechslung der Bremsbacke einzuwenden sein. Es mufs betont werden, dafs es richtig ist, lieber

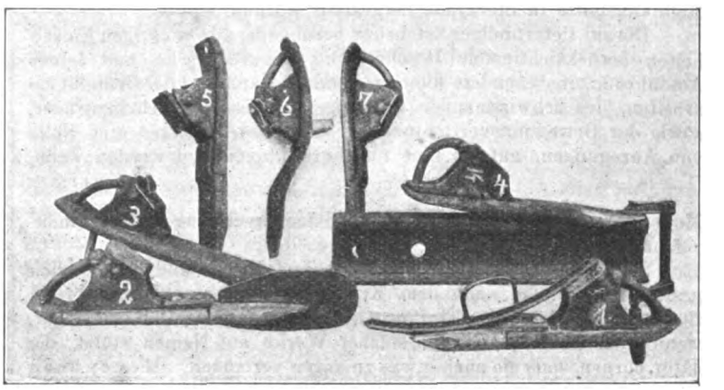


Abb. 4.

etwas früher als zu spät auszuwechseln, damit der eigentliche Auflaufbock erhalten bleibt.

Wir haben häufig festgestellt, dafs grofse Verschiebebahnhöfe, die Ablaufberge und Gleisbremse besitzen, ebensogern und teilweise lieber mit vorgeschuhten Hemmschuhen arbeiten, als mit neuen Schuhen mit durchgehender Sohle. Die Vorschuhe werden in unserem Werk nicht mit 3, sondern nur mit 2 Nieten befestigt, gleichwohl sind Unzuträglichkeiten nicht entstanden. Abb. 1 bis 3 lassen die hier übliche Herstellungsart und die Verstärkung des Bockes, sowie der Bremsbacke erkennen.

In Abb. 4 sind sieben Stück Hemmschuhe aufgenommen, die zum Teil die hier übliche Herstellungsweise, zum Teil, die durch unsachgemäfse Herstellung oder Verwendung entstehenden Fehler erkennen lassen. Ziff. 1 zeigt, wie der Laufkreis des Rades auf der höchsten Stelle der Spitze und auf der Bremsbacke aufliegen soll. Ziff. 2, wie mit einer Lehre die ordnungsmäfsige Ausführung der Auflaufspitze nachgeprüft wird. Ziff. 3 läfst erkennen, wie durch zu grofse Abnutzung der Bremsbacke der Bock beschädigt wird. Noch besser ist diese Abnutzung bei Ziff. 7 ersichtlich. Der Bock ist bis auf den Nietkopf abgefahren und der Niet nach unten durchgedrückt. Ziff. 4 zeigt einen Hemmschuh, dessen Sohle zu lang ist. Die Spitze ist, wie oben beschrieben, durchgebogen und es ist dargestellt, wie der auflaufende Wagen die Spitze herunterdrückt und dabei den Schuh hinten anhebt. Der Schuh wird dann in jedem Falle heruntergeworfen, der nunmehr hemmungslos laufende Wagen führt dann zu Unfällen.

E.-Ing. M. Müller, E. A. W. Magdeburg-Buckau.

Buchbesprechungen.

Bau der Lidingöbrücke bei Stockholm. Von Dr. Ing. e. h. G. Schaper. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Eine ausführliche Beschreibung der neuen eisernen Strafsenbrücke über den 750 m breiten Meeresarm Värtan, die bei Stockholm das Festland mit der gegenüberliegenden Insel Lidingö verbindet und als Ersatz für die bisherige Flofsbrücke dient. Ihre 6,9 m breite hölzerne Fahrbahn wird im gröfsten Teil der Brückenlänge von eisernen Parallel-Fachwerkträgern von 49,5 m Stützweite und 5,5 m

Digitized by Google

Höhe getragen, die mit einem Abstand von 6,2 m unter der Fahrbahn liegen und nur rund 1,3 m Lichthöhe über Mittelwasser freilassen. Die Hauptöffnung ist durch eine 140 m weit gespannte Bogenbrücke mit Zugband und unten liegender Fahrbahn überbrückt, die eine Durchfahrtshöhe von rund 6,0 m über Meereswasser freigibt. Endlich ist für den Verkehr höherer Schiffe eine Durchfahrtsöffnung von 20,0 m Nutzbreite vorhanden, die durch eine einarmige Klappbrücke nach der Bauart Straufs überspannt wird.

Besonders bemerkenswert ist die Ausbildung der zwölf Hauptpfeiler, die den verschieden grofsen Belastungen entsprechend je aus einer Gruppe von 10 bis 20 Eisenbetonpfählen und einer diese verbindenden 2,5 m starken Kopfplatte aus Eisenbeton bestehen. Die bis zu 43 m langen Pfähle wurden als oben und unten offene Röhren von 93 cm Aufsendurchmesser und 8,5 cm Wandstärke liegend gestampft und mittels Rammen durch die den Flufsboden bildende Lehmschicht von 10 bis 12 cm Dicke bis auf den Felsboden hinabgetrieben. Dabei wurden die den Hohlraum füllenden Bodenmassen entfernt und der Pfahlkern mit Schüttbeton ausgefüllt.

Das gesamte Bauwerk wurde ausgeführt nach einem Entwurf der Firmen Louis Eilers, Hannover (Direktor Professor Dr. Ing. Kulka) und Grün & Bilfinger-Mannheim derart, dafs diese die Gründungsarbeiten, jene den Eisenüberbau der Hauptöffnung ausführten, während die übrigen eisernen Tragwerke zum Teil von der Landskrona Nya Mekaniska Verkstads A. B. und von der Gute Hoffnungshütte in Sterkrade hergestellt wurden.

Die auf tiefgründiger Erfahrung beruhende, alle wichtigen Einzelheiten berücksichtigende Beschreibung des Bauwerks und seiner Ausführung, insbesondere die eingehende Behandlung der Gründungsarbeiten, des schwimmenden Einbaues der eisernen Brückenträger, sowie der Bewegungsvorrichtung der Klappbrücke bieten eine Fülle von Anregungen, auf die hier nur kurz hingedeutet werden kann.

Karig.

Meyenberg, Organisation und Selbstkostenberechnung in Maschinenfabriken. 3. Auflage. 18.— ℳ.

Schon in den letzten Jahren vor dem Kriege und in erheblich gesteigertem Mafse nach dem Kriege erschien eine Hochflut von Büchern, die sich mit Fabrikorganisation befassen. Da ist es gut, wenn man bei der Auswahl solcher Werke auf Namen stöfst, die dafür bürgen, dafs sie auch etwas zu sagen vermögen. Meyenberg ist ein solcher Name und man kann die dritte Auflage seines obengenannten Buches mit der Gewifsheit zur Hand nehmen, dafs man Wertvolles zu hören bekommt. Weniger in streng wissenschaftlicher Weise als vielmehr in allgemein verständlicher Darstellung und unter bewufstem Verzicht auf sogenannte Musterbeispiele in Vordrucken, die doch nicht allgemein verwendbar sind, werden die Vorgänge in einer Fabrik, im besonderen einer Maschinenfabrik, behandelt, die sich auf die vier Hauptstücke bringen lassen: das Hereinholen der Kundenbestellungen, die Vorbereitung der Auftragausführung, die Ausführung der Kundenbestellungen, das Abrechnungswesen. In diesem Rahmen werden sowohl in weittragenden allgemeinen Sätzen als auch in eingehenden Einzeldarlegungen alle die brennenden Fragen besprochen, mit denen sich heute mehr denn je angesichts des „amerikanischen Wirtschaftswunders" alle Unternehmungen befassen müssen. Dafs alte Streitfragen, wie z. B. die über den mafsgebenden Einflufs des Technikers oder Kaufmanns im Gesamtunternehmen und in einzelnen umstrittenen Abteilungen, auch hier nicht gelöst werden können — der Rat, dafs beide zusammen einträchtig wirken sollen, ist schliefslich keine Lösung — liegt in der Natur der Sache. Besonders interessant sind die Kapitel über Abrechnungswesen und Selbstkostenermittlung. Neu wird z. B. manchem sein, dafs Bestrebungen, gleichlaufend mit solchen in Amerika, am Werke sind, das neuzeitliche Abrechnungsverfahren zu verknüpfen mit Grundsätzen der alten, hier in Schutz genommenen, kameralistischen Buchhaltung.

Bei der sich immer rascher vollziehenden Angleichung der Werkstättenbetriebe der Reichsbahn an industrielle Unternehmen bringt das Buch auch für den Eisenbahnwerkstättenmann eine Reihe schätzbarer Belehrungen.

Ebert.

Grundzüge der Schmiertechnik. Von E. Falz. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1926. Preis 22,50 ℳ.

Das Werk soll, um einen Ausdruck aus dem Vorwort des Buches anzuführen, durch Schaffung einer einheitlichen Lehre der Schmiertechnik als Vermittler dienen zwischen rein wissenschaftlicher Forschung und werktätiger Praxis. Das Buch ist in sechs Teile eingeteilt; im ersten Teil wird das Wesen der vollkommenen Schmierung erklärt, worunter die Erzielung reiner Flüssigkeitsreibung zu verstehen ist. Nach kurzer Erwähnung der veralteten Vorstellung über die Reibung wird auf die neuere Unterscheidung der verschiedenen Reibungsarten (trockene, halbtrockene, halbflüssige und flüssige) eingegangen und der Schmiervorgang bei ebenen Flächen und umlaufenden, sowie schwingenden Zapfen erläutert. In dem zweiten Teil, der „Allgemeine Berechnungsgrundlagen" bringt, werden die gesetz- und zahlenmäfsigen Verhältnisse der einzelnen Bestimmungsgröfsen entwickelt, von denen die Möglichkeit der praktischen Verwirklichung reiner Flüssigkeitsreibung abhängig ist. Es wird zuerst die hydrodynamische Theorie gebracht, der sich Kapitel über die Zähigkeit der Schmiermittel, die Gröfse des Lagerspieles und die geringste Schmierschichtstärke anschliefsen. Die Teile III und IV behandeln die Tragfähigkeit vollkommen geschmierter Gleitflächen und die Reibungsverhältnisse bei vollkommener Schmierung, sie geben darin Grundlagen für die Berechnung von Zapfen und Lagerschalen, ferner Angaben über den zulässigen Flächendruck bei Traglagern und ebenen Flächen. Dann werden die Lagerreibungsverhältnisse bei Zapfenlagern und Gleitflächen untersucht und eine Berechnung der Traglager angegeben. — Die Schmiermethoden und Schmiermittel werden im fünften Teil gebracht; es werden darin die Arten der Schmierung und die Schmiervorrichtungen geschildert und erklärt, Grundlagen für die jeweils zweckmäfsigste Schmierweise gegeben und der Schmiermittelbedarf berechnet. Ein Kapitel über die Wahl der Schmiermittel und der Lagermetalle beschliefst diesen Abschnitt. — Der letzte Teil schildert praktische Ausführungen sowie bewährte Lagerkonstruktionen an Hand vieler Abbildungen. — Überall werden die Ausführungen durch zahlreiche Skizzen und Abbildungen unterstützt; die grofse Anzahl von Rechnungsbeispielen gibt dem Praktiker und Konstrukteur wertvolle Unterlagen bei der Berechnung von Lagern an die Hand.

Reichsbahnoberrat Kessler.

Der Tunnel, Anlage und Bau, von G. Lucas, Band II, Lieferung 2, Bauvorgang bei Herstellung der Tunnel, Erhaltungs- und Wiederherstellungsarbeiten. 167 Seiten mit 141 Textabbildungen, Berlin 1926. W. Ernst & Sohn. Preis 13,80 ℳ geb.

Die erste Lieferung des II. und letzten Bandes erschien 1924*) und umfafste die Absteckung (30 S.), die Art des Bauangriffes (7 S.), das Lösen und die Sprengung des Gebirges (77 S.), die Förderung in den Tunneln und in den Schächten (38 S.), den vorläufigen Ausbau im Stollen mit 23 S. Die zweite Lieferung behandelt im Anschlufs hieran den vorläufigen Ausbau im Schacht (15 S.), sowie im Vollausbruch (15 S.), die Ausführung des Vollausbruches (78 S.) und zwar den Tunnel in Überlandstrecken der Verkehrswege nach sechs Bauweisen, und den Tunnel unter Verkehrsmittelpunkten (der Unterpflaster-, Untergrund- und Unterwassertunnel, die beiden letzteren im Schildbau). Die Abschnitte 7 bis 10 behandeln das Mauerwerk, die Lehrgerüste, die Hilfsanlagen (die Beleuchtung, Wasserbeseitigung, Lüftung, Kühlung und den Baubetrieb), schliefslich die Unterhaltung und die Wiederherstellung. Ein Anhang bringt ein Verzeichnis der Tunnelbauten und eine vollständige Übersicht des Schrifttums. Bemerkenswert sind die Bezeichnungen der sechs Bauweisen, namentlich der vierten Bauweise mit Öffnen des ganzen Querschnittes vor der Mauerung und zwar mit stufenförmig fortschreitendem Bauvorgang oder mit Ausführung in kurzen Längsabschnitten.

Es wäre vielleicht zweckmäfsig, darauf hinzuweisen, dafs die Herstellung der R. Meyerschen Bohrmaschinen im Jahre 1918 auf die Deutsche Maschinenfabrik A.-G. Duisburg (Demag) übergegangen ist.

Der Prophezeiung über die Zukunft der Bohrhämmer möchten wir durchaus zustimmen. Es sei noch gestattet, zu bemerken, dafs die Anwendung der Jochzimmerung nicht nur auf festes oder gebräches Gebirge beschränkt ist (S. 191).

Zusammenfassend darf man sagen, dafs der Schlufsband des Lucasschen Werkes seinen Vorgängern sich würdig anreiht. Bei knapper Darstellung berücksichtigt der Verfasser mit grofser Gründlichkeit und Vollständigkeit die neuesten Ausführungen und Untersuchungen. Das Buch ist von dem Verlag wieder mustergültig ausgestattet und darf als Hand- und Lehrbuch dieses weitverzweigten Gebietes durchaus empfohlen werden.

Wegele.

*) Vergl. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1920, S. 150 und 1924, S. 268.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 15. September 1926 Heft 17

Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive*).

Von Professor Dr. Ing. e. h. G. Lomonossoff, Moskau.
Aus dem Russischen übersetzt von Dr. Ing. E. Mrongovius, Berlin.

Der Lokomotivgedanke. Handel und Industrie sind ohne Transportmöglichkeit undenkbar. Infolgedessen besteht zwischen der Entwicklung von Handel und Industrie, somit also auch der gesamten menschlichen Kultur, und der Entwicklung des Transportwesens ein enger Zusammenhang. Man kann in dieser Entwicklung seit der Zeit des alten Ägyptens und Griechenlands bis zu den heutigen Tagen drei grundlegende Entwicklungsstufen feststellen: Beginn der Seefahrt, Entstehen der Eisenbahn und Erfindung des Flugzeugs. Die Einführung des letzteren steht noch im Anfang der Entwicklung. Was jedoch die Eisenbahn betrifft, so kann man sagen, dafs sie zur Zeit das Nervensystem unseres Wirtschaftslebens ist.

Es wäre oberflächlich anzunehmen, dafs dies die Folge lediglich der Eisenbahnschienen ist. Die Eisenbahnschienen selbst sind bereits den Ägyptern bekannt gewesen und sie wurden auch, nach dem Zeugnis von Cäsar, von den Römern zur Beförderung von Mauerbrechgeräten benutzt. Es waren allerdings steinerne, und keine Metallschienen, aber die Entstehung der Metallschienen im Jahre 1738 hat ja auch noch nicht die Entstehung der Eisenbahn zur Folge gehabt, wie sie jetzt vorhanden ist. Die Eisenbahn entstand erst, nachdem dank der Energie von Stephenson die Lokomotive geschaffen wurde. Andererseits hat auch die Anwendung des Dampfes zur Beförderung von Fahrzeugen schon vor Stephenson eine lange Entstehungsgeschichte.

Wie man aus der Literatur sieht, gehört der Gedanke der Anwendung von Dampf zur Fortbewegung von Fahrzeugen Newton (1680). Als erster hat der französische Offizier Cugnot einen Dampfwagen zum Fahren auf gewöhnlichen Strafsen erbaut. Dieser Wagen war zur Beförderung von Kanonen bestimmt gewesen. Bei der ersten Versuchsfahrt im Jahre 1770 stürzte dieses Fahrzeug auf einer Pariser Strafse um und weitere Versuche wurden für gefährlich erklärt. Dieser Lastkraftwagen befindet sich heute noch im Conservatoire des Arts et Métiers in Paris.

Fast gleichzeitig mit Cugnot (1768) reichte Edgeworth der englischen Society of Arts einen Bericht ein, in dem er den Vorschlag machte, Eisenbahnen zu bauen, d. h. Schienenstränge, auf denen Züge mittels Dampf befördert würden. Er schlug zu diesem Zweck vor, längs dem Schienenstrang endlose Seile anzubringen, die mittels Rollen gezogen würden, die wiederum von Dampfmaschinen angetrieben würden. Dieser Bericht wurde durch eine goldene Medaille ausgezeichnet, was aber noch nicht zur Schaffung von Eisenbahnen führte. Diese wurden erst geschaffen, nachdem George Stephenson lebensfähige Formen für die Lokomotive schuf und die Trägheit seiner Zeitgenossen besiegte.

Die erste Lokomotive wurde nicht von Stephenson, sondern von Trevithick im Jahre 1803 erbaut. Die Lokomotive hatte glatte Räder und war zur Fortbewegung auf glatten Schienen auf dem Gelände einer Fabrik in Süd-Wales bestimmt. Sie erwies sich als zu schwer für diese Schienen und zerbrach sie ununterbrochen. Der Fabrikbesitzer wollte keine neuen Schienen legen, entfernte von der Lokomotive die Räder und benutzte sie als Dampfmaschine zum Wasserpumpen aus einer Erzgrube.

Die Grundlagen der Mechanik waren zu der Zeit den Ingenieuren bereits so weit bekannt, dafs sie wufsten, dafs der Dampfdruck als eine innere Kraft nicht in der Lage ist, den Schwerpunkt der Lokomotive zu verschieben. Hierzu ist eine äufsere Kraft erforderlich. Edgeworth suchte diese Kraft in der Reaktion des Seiles, Trevithick in der Reibung der glatten Räder auf den glatten Schienen. Seine Zeitgenossen hielten diese Kraft für nicht ausreichend und suchten andere Möglichkeiten zur Herbeiführung der für die Fortbewegung der Züge erforderlichen äufseren Kraft. Im Jahre 1811 erhielt Blenkinsop ein Patent auf eine dritte gezahnte Schiene und baute nach seinem System mehrere Lokomotiven. Im Jahre 1813 baute Brunton seine Maschine, die zur Fortbewegung Stützen zum Abstofsen hatte. Gleich bei der ersten Fahrt explodierte jedoch bei dieser Maschine der Kessel und fast alle Anwesenden wurden getötet.

Verteidiger des Gedankens der glatten Schienen und Räder war ein Grubenbesitzer aus Newcastle, Blackett, und dessen Grubenverwalter Hedley. Im Jahre 1812 machte Hedley die ersten Versuche zur Feststellung der Gröfse der Reibung zwischen glatten Rädern und Schienen, und im Jahre 1813 nahm er ein Patent auf diese Fortbewegungsmethode und erbaute eine Lokomotive, die den Namen »Puffing Billy« erhielt.

George Stephenson arbeitete auf einer benachbarten Grube und interessierte sich aufserordentlich für die Arbeit von Hedley. Ihm schien jedoch, dafs wenn man von der Lokomotive von Blenkinsop das Zahnrad entfernte, diese besser sein würde als die »Puffing Billy«. Auf diese Weise entstand der Gedanke der Stephensonschen Lokomotive, die zu verwirklichen ihm im Jahre 1814 gelang. Zu Ehren der Helden von Waterloo benannte Stephenson seine erste Lokomotive »Blücher«. Im Jahre 1815 änderte er die Konstruktion etwas und erbaute im Jahre 1821 fünf solcher Lokomotiven für die Gruben von Hetton.

Im Jahre 1820 erschien ein bemerkenswertes Buch von Gray über das Eisenbahngleis »Th. Gray, Observations on a General Iron Railway«, von dem im Laufe von zwei Jahren vier Auflagen erschienen. Im Jahre 1823 nahm Stephenson teil an dem Bau der ersten Eisenbahn Stockton—Darlington, und im Jahre 1824 eröffnete er die erste Lokomotivfabrik in Newcastle, deren Leitung sein Sohn Robert übernahm. Trotzdem bestellte die Verwaltung dieser Eisenbahn bei Stephenson lediglich drei Lokomotiven zur Probe. Der Bewirtschaftung dieser Eisenbahn wurde die Beförderung durch Pferde zugrunde

*) Wir veröffentlichen den nach Umflufs des ersten Jahrhunderts der Eisenbahnen zeitgemäfsen Rückblick und Ausblick des bekannten, von der technischen Hochschule Charlottenburg kürzlich zum Dr. Ing. e. h. promovierten russischen Lokomotivfachmannes, der mehrere Jahre als Vertreter der U. d. S. S. R. die Ausführung der Lokomotivbestellungen in Deutschland überwachte, in der Annahme, dafs unseren Lesern die darin entwickelten Anschauungen von Interesse sind, auch da, wo man im Gebiete des V. D. E., teilweise auf Grund anderer Erfahrung, teilweise auch infolge anders liegender Verhältnisse zu abweichenden Ergebnissen gekommen ist.

Die zahlreichen Hinweise auf das russische Schrifttum zeigen, dafs man auch in Rufsland eifrig an der Förderung des Lokomotivproblems gearbeitet hat und dafs die dortigen Bestrebungen anderen Ländern wohl an die Seite gestellt werden können. Die Sprachschwierigkeiten waren vielfach ein Hindernis für das Bekanntwerden der Forschungsergebnisse. Die Schriftleitung.

Digitized by Google

gelegt. Am 27. September 1825 wurde die Stockton—Darlington-Eisenbahn eröffnet, und der Verkehr auf ihr nahm sofort unerwartet grofsen Umfang an. Die Lokomotiven von Stephenson arbeiteten gut, aber die Bahnverwaltung war auch mit der Pferdezugkraft ganz zufrieden.

Die Stockton—Darlington-Bahn zahlte sofort gute Dividende, wodurch englische Kapitalisten bewogen wurden, an den Bau einer gröfseren Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool heranzutreten. George Stephenson erhielt den Posten des leitenden Ingenieurs für den Bau dieser Bahn; trotzdem wurde es damals für unsinnig angesehen, seine Lokomotiven auf dieser Bahn anzuwenden. Zu Beginn des Jahres 1829 waren die Arbeiten im grofsen Zügen abgeschlossen, jedoch blieb die Frage der Zugkraft noch offen. Die Leitung der Bahn erhielt eine Unmenge von Vorschlägen und konnte sich darin selbst nicht durchfinden. Es wurde alsdann beschlossen, zur Klärung dieser Frage zwei der bekanntesten Ingenieure der damaligen Zeit, Walter und Rastrick, einzuladen. Die beiden Herren besuchten alle Gruben, wo Lokomotiven im Betriebe waren, studierten deren Arbeit auf der Stockton—Darlington-Bahn und erklärten sich für die Dampfzugkraft, jedoch nicht mittels Dampflokomotiven, sondern mittels Seilen und Kraftstationen, die alle 2 bis $2^1/_2$ km erbaut werden sollten, mit anderen Worten, sie erklärten sich für den Gedanken von Edgeworth.

Stephenson jedoch ergab sich nicht. Er behauptete, dafs die Lokomotive noch bedeutend verbessert werden könnte, dafs er es selbst übernehme, falls ihm die Zeit dazu gegeben werde, eine Lokomotive zu bauen, die allen Anforderungen seiner Kritiker entsprechen sollte, und dafs die Zukunft den Lokomotiven gehöre, d. h. den Beförderungsmitteln, welche die Kraftquelle mit sich tragen. Um Stephenson los zu werden, veranstaltete die Bahnleitung einen Wettbewerb zum 6. Oktober 1829 für eine Lokomotive, die bei einem Dampfdruck von nicht mehr als 50 Pfund auf 1 Quadrat Zoll und einem Gewicht von nicht mehr als 6 t imstande wäre, dauernd Züge von einem Gewicht von 20 t einschliefslich Tender zu befördern, und zwar mit einer Geschwindigkeit von nicht weniger als zehn Meilen stündlich (16 km/Std.). Die Bedingungen und der Termin des Wettbewerbes schienen unerfüllbar zu sein. Trotzdem wurden zum 6. Oktober der Station Rainhill vier Lokomotiven zugestellt, von denen jedoch nur die »Rocket« von Stephenson den Bedingungen des Wettbewerbes entsprach. Mehr als das, sie entwickelte ohne Zug eine Geschwindigkeit von 56 km/Std, was für völlig unwahrscheinlich gehalten worden war.

Der Erfolg der »Rocket« entschied die Frage der Zugkraft auf der Liverpool-Manchester-Bahn und entschied zugleich die Frage der Eisenbahnen überhaupt. Bereits im Jahre 1830 erschien die »Planet« von Stephenson, die bereits alle Bauteile unsrer heutigen Lokomotive besafs, und die Erdkugel begann sich mit einem sich schnell entwickelnden Netz von Eisenbahnen zu bedecken.

In den vierziger Jahren trat als Wettbewerber die Lokomotive von Brunel auf, welcher den Gedanken der »atmosphärischen« Eisenbahn vertrat. Er schlug vor, zwischen die Schienen ein Rohr zu legen, aus welchem mittels Pumpen die Luft ausgesogen werden sollte. Oben sollte das Rohr einen Schlitz haben, welcher mittels eines Lederstreifens zugedeckt werden sollte. Durch diesen Schlitz sollten Stangen durchgehen, zur Verbindung mit den im Rohr gleitenden Kolben. Dadurch, dafs diese Stangen den Lederstreifen abhoben, wurde der Druck auf einer Seite des Kolbens gleich dem atmosphärischen, wodurch der Wagen oder der Zug vom Kolben in Bewegung gesetzt werden sollte. Brunel behauptete, dafs auf Grund vieler Versuche er zu der Überzeugung gekommen sei, dafs in den meisten Fällen die atmosphärische Zugkraft wirtschaftlicher sein werde als die Dampfzugkraft. Er behauptete: »Mit einem Worte, Geschwindigkeit, Bequemlichkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit sind die Vorzüge dieses Systems«. Im Grunde war dies ein Versuch, die Lokomotivzugkraft anfzugeben und zum Vorschlage von Edgeworth zurückzukehren, d. h. zu dem Versuche, den Zug an einen bestimmten Ort festzubinden. Zum Glück endete der lange und heifse Kampf zwischen Stephenson und Brunel im Parlament zugunsten des ersteren.

Während fast sechzig Jahren wurden die Anschauungen von Stephenson nicht bestritten und, abgesehen von sehr wenigen Seilbahnen rein örtlicher Bedeutung, ist auf sämtlichen Eisenbahnen der Welt ausschliefslich Lokomotivkraft angewendet worden, d. h. Zugkraft mittels solcher Fahrzeuge, die ihre Kraftquelle mit sich tragen, an den Schienenstrang nicht gebunden sind, aus einem Verwaltungsbezirk in einen anderen, von einer Bahn auf eine andere übergeführt werden können. Trotzdem kam der Gedanke von Edgeworth Ende des 19. Jahrhunderts, wenn auch in einer anderen besseren Form, wieder zur Geltung, nämlich der Gedanke, die Fahrzeuge an die Strecke zu binden. Ich meine hierbei die Elektrisierung der Bahnen. Natürlich hat die Elektrisierung in besonderen Fällen wesentliche Vorteile, aber im Grunde genommen ist sie eine Abkehr von dem Gedanken der Lokomotive. Die Elektromotive ist keine Lokomotive; sie trägt nicht auf sich die Kraftquelle, sondern sie erhält die Kraft von aufsen zugeleitet. Sie ist an die Leitung gebunden, durch die der Strom von der Kraftstation ihr zugeführt wird.

Alles Gesagte zusammenfassend kommen wir zu dem Ergebnis, dafs Stephenson mehr erfunden hat, als die Dampflokomotive, und zwar hat er die »Lokomotive« erfunden, und hat sein Leben der Förderung des Lokomotivgedankens gewidmet. In der ersten Zeit der Entwicklung der Eisenbahn wurde diesem Gedanken der andere Gedanke entgegengestellt — der Gedanke der zentralen Kraftwerke. Der Kampf zwischen diesen zwei Gedanken ist auch heute noch nicht beendet. Als Anhänger des Stephensonschen Gedankens mufs ich trotzdem zugeben, dafs seine glänzende Entwicklung zum grofsen Teil durch das Vorhandensein des anderen Gedankens bedingt ist. Wenn die Vervollkommnungen, die in den vierziger Jahren von Stephenson an seinen Dampflokomotiven eingeführt wurden, zum grofsen Teil infolge seines Kampfes mit Brunel entstanden, so haben die Erfolge der elektrischen Zugkraft, deren Zeugen wir in der letzten Zeit gewesen sind, neuere vollkommenere Formen von Lokomotiven hervorgerufen, wie z. B. von Turbolokomotiven und Thermolokomotiven, d. h. von solchen Lokomotiven, bei denen die Dampfmaschine der alten Dampflokomotive durch eine Dampfturbine oder durch einen Verbrennungsmotor ersetzt worden ist.

Jede Lokomotive, sei es eine Dampflokomotive, Turbolokomotive oder Thermolokomotive, stellt, vom mechanischen Standpunkte aus betrachtet, eine Kraftstation dar, die auf Räder gestellt ist und diesen Rädern eine drehende Bewegung gibt. Trotzdem besteht zwischen der Arbeit einer Lokomotive und der Arbeit einer Kraftstation eine Reihe von besonderen Unterschieden, und man kann sagen, dafs der eigentliche technische Fortschritt der Lokomotive während ihrer hundertjährigen Entwicklung in der Anpassung der schon als stationäre Maschinen bekannten Wärmemaschinen, an die besonderen Erfordernisse der Arbeit auf den Schienen bestand.

Worin bestand denn dieser Unterschied? Vor allem in dem Zwang, sich dem Eisenbahnprofil anzupassen. Eine moderne Lokomotive entwickelt bis 4000 PS. Als stationäre Anlage würde man hierzu ein Gebäude von etwa 9000 m^3 Raum benötigen, während bei einer Lokomotive diese Leistung in einem Raum von 90 m^3 und noch weniger untergebracht werden mufs. Zweitens, wird auf ortsfesten Kraftwerken die Drehzahl der Hauptwelle mittels eines Reglers unveränderlich gehalten, während auf einer Lokomotive infolge der Eigenart des Eisen-

Digitized by Google

bahnverkehrs die Drehzahl der Treibräder ununterbrochen von 0 bis zu einem Höchstwerte wechselt. Drittens, besteht die Dynamik einer ortsfesten Anlage lediglich in der Festigkeit der Fundamentschrauben. Die Lokomotive dagegen ist nicht an ein festes Fundament gebunden, sondern rollt auf einer elastischen Schiene. Die Lokomotive führt der Schiene Kraftwirkungen zu, die in ihr entstehen, darunter auch lebendige Kräfte und erhält, infolge der Elastizität der Schiene, von ihr Stöfse. Infolgedessen sind die Beanspruchungen in den Teilen der Lokomotive nicht nur von der Arbeit der Lokomotive selbst abhängig, sondern auch von der Deformation des Gleises. Ebenso sind die Beanspruchungen des Gleises nicht nur von dessen Bauart abhängig, sondern auch von der Geschwindigkeit und der statischen Belastung durch die Lokomotive, ferner auch von der Bauart der Lokomotive und von ihren Arbeitsbedingungen. Viertens, mufs die Lokomotive in beiden Richtungen fahren. Schliefslich, wird in der Lokomotive Brennstoff verbraucht nicht nur zur Erzielung der Nutzarbeit und der Überwindung der inneren Reibung, sondern auch zur eigenen Fortbewegung.

Die Lokomotive als Werkzeug der Eisenbahnwirtschaft. Im Gegensatz zu ortsfesten und Schiffsmaschinen müssen die Lokomotiven unter aufserordentlich veränderlichen Bedingungen arbeiten. Sie müssen schwere und leichte Züge befördern und manchmal auch leer fahren. Auch bei Zügen irgend einer Zugstärke, von der geringsten bis zur höchsten, müssen die Lokomotiven sie in Gefällen und in Steigungen, sowie auf ebenen Strecken befördern. Mit anderen Worten, die Lokomotiven müssen auf Grund der Eigenart des Eisenbahnbetriebes die Geschwindigkeit und die Belastung von Null bis zu einem Höchstwert dauernd verändern. In Gefällen müssen die Lokomotiven sogar zum Bremsen eine negative Arbeit aufwenden. Zusammenfassend kann man sagen, dafs von einer Lokomotivmaschine eine aufserodentliche Elastizität verlangt wird.

In diesem Sinne hat die Dampflokomotive bereits durch Stephenson einen ziemlich hohen Grad der Vollkommenheit erreicht und erlitt in der weiteren Zeit keinerlei Entwicklung, falls man von dem Hahn von Le-Chatelier (1865) absieht, der die Anwendung des Gegendampfes erleichtert. Die Anpassungsfähigkeit der Dampflokomotive an die Bedingungen des Eisenbahndienstes wird erstens dadurch bedingt, dafs sie zwei Mittel zur Veränderung der Belastung hat: den Regler und den Steuerungsmechanismus; zweitens dadurch, dafs bei der üblichen Schiebersteuerung die Zugkraft bei beliebiger Stellung des Reglers und der Steuerung mit wachsender Geschwindigkeit rasch sinkt. Dieser Umstand erteilt der Dampflokomotive die sehr wesentliche Eigenschaft der selbsttätigen Regelung, die erst in der letzten Zeit theoretisch bewertet worden ist*).

Von diesem Standpunkt aus betrachtet, können diejenigen Maschinen, die jetzt zur Ablösung der Dampfmaschine zur Anwendung auf der Lokomotive vorgeschlagen werden, d. i. die Dampfturbine und der Dieselmotor, mit der Dampfmaschine nicht verglichen werden. Die Dampfturbine arbeitet bei starkem Drosseln des Reglers unbefriedigend, während die Anzahl der Düsen, die nach Belieben eingeschaltet werden können, nur 3 bis 5 ist. Noch schlimmer steht es mit dem Dieselmotor, der bei ganz geringen Drehzahlen gar nicht in der Lage ist zu arbeiten. Dies zwingt zur Einschaltung einer Übertragung zwischen dem Dieselmotor und den Treibrädern einer Diesellokomotive. Bei elektrischer Übertragung arbeitet die Diesellokomotive allerdings noch elastischer als eine Dampflokomotive, aber diese Übertragungsart ist sehr kostspielig. Bei Übertragung mittels eines Flüssigkeits- oder eines mechanischen Getriebes ist die Elastizität beträchtlich schlechter als bei einer Dampflokomotive. Bei Druckluftübertragung nähert sich die Diesellokomotive in ihrer Anpassungsfähigkeit an die Streckenverhältnisse der Dampflokomotive.

Zur wirtschaftlichen Beurteilung der Lokomotive übergehend, d. h. zur Beurteilung der Transportselbstkosten, ist zu sagen, dafs die Theorie*), sowie die Praxis der Bahnen der ganzen Welt festgestellt hat, dafs die Höhe dieser Selbstkosten hauptsächlich von den folgenden fünf Punkten abhängt:

1. Der Zugstärke,
2. der Organisation des Transportes, d. h. der täglichen Beförderungsstrecke des rollenden Materials, der Belastung der Wagen usw., d. h. Punkten, die von der Type und der Bauart der Lokomotiven nicht abhängen.
3. dem Brennstoffverbrauch der Lokomotiven,
4. dem Anschaffungspreis der Lokomotiven,
5. den Instandhaltungskosten der Lokomotiven.

Der nächste Abschnitt wird der Frage des Brennstoffverbrauches, d. h. dem thermischen Vollkommenheitsgrade der Lokomotive und dessen Entwicklung im Laufe des Jahrhunderts gewidmet sein. Wir brauchen daher hier nur die Entwicklung der Lokomotive mit Rücksicht auf die Punkte 1, 4 und 5 zu untersuchen.

Die Theorie und die Praxis zeigen, dafs die Transportselbstkosten, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze, mit der Steigerung der mittleren Belastung der Züge stark sinken**). Man kann sogar sagen, dafs die Zugbelastung der wichtigste Punkt bei der Bestimmung der Transportselbstkosten ist. Auch in dieser Hinsicht hat die Dampflokomotive während ihres ein Jahrhundert dauernden Bestehens einen grofsen Fortschritt erreicht. Bei dem Wettbewerb in Rainhill (1829) hat die «Rocket» Züge von 13 t Gewicht befördert, während zur Zeit in Amerika Züge von 4000 t Gewicht üblich sind.

Diese Vergröfserung des Zuggewichtes wird ermöglicht durch eine bedeutende Erhöhung der Zugkraft der Dampflokomotiven, und beruht auf der Erhöhung der Zahl der Treibachsen und ihrer Belastung. Die «Rocket» hatte lediglich eine einzige Treibachse bei einer Achsbelastung von $2\,^1/_2$ t, während zur Zeit in Amerika Lokomotiven mit zehn Treibachsen und mit einer Achsbelastung bis 35 t gebaut werden. Es mufs jedoch gesagt werden, dafs die letztere Zahl bereits aufserhalb der vernünftigen Grenze liegt. Sogar bei dem russischen Umgrenzungsprofil ist eine Achsbelastung von 32,5 t der Grenzwert, oberhalb dessen es bereits unmöglich ist, eine Dampfmaschine von einer entsprechenden Leistung in dem Umgrenzungsprofil unterzubringen. Bei Diesellokomotiven beträgt dieser Höchstwert nach meinen Schätzungen etwa 45 t.

Wir kommen nun zum Anschaffungspreis einer Lokomotive und zu deren Instandhaltungskosten. Es braucht wohl nicht bewiesen zu werden, dafs beide zunächst von der Einfachheit der Bauart abhängen. Infolgedessen sind Einfachheit und Güte der Bauart die wichtigsten Forderungen, die an den Dampflokomotivbau gestellt werden müssen. Andererseits ziehen die thermische Vervollkommnungen der Dampflokomotive unvermeidlich eine gewisse Verwicklung der Bauart mit sich, wie wir das aus dem nächsten Abschnitt ersehen werden. In solchem Falle mufs entschieden werden, ob die verwickeltere Bauart sich bezahlt macht, wobei die richtige Entscheidung in bedeutendem Mafse von den Löhnen und den Brennstoffpreisen abhängt. In England und in Amerika, wo der Brennstoff billig, die Löhne aber hoch sind, werden von den Bahnen Dampflokomotiven vorgezogen, die nicht sehr wirtschaftlich, aber von einfacher Bauart sind. Bei uns sind die Löhne niedrig und der Brennstoff teuer, infolgedessen werden auch beträcht-

*) Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 849.

*) Wellington. Railway Location 1901. Lomonossoff. Nautschnye problemy. 1922. (Wissenschaftliche Probleme).

**) Lomonossoff. Nautschnye problemy. 1922. (Wissenschaftliche Probleme Seite 163).

Digitized by Google

lich verwickeltere Bauarten in Kauf genommen, um nur eine Brennstoffersparnis zu erzielen.

Wie bei jeder Fertigung, sinkt der Anschaffungspreis einer Dampflokomotive stark mit dem Übergang von der Einzel- zur Massenherstellung. Während einer langen Zeitdauer wurden Dampflokomotiven stets zu fünf bis zehn Stück in Auftrag gegeben und bei jeder Bestellung stellte jede Bahn stets neue Forderungen. Sogar vor einigen Jahren (1917 bis 1923) habe ich bei dem Besuch der besten Dampflokomotivfabriken Amerikas und Europas stets Lokomotiven der verschiedensten Bauarten gesehen, wobei in manchen Fabriken die Anzahl der verschiedenen Typen bis 24 betrug. Unter diesen Umständen kann von einer Massenherstellung natürlich nicht die Rede sein. Die unbedingte Vorbedingung einer solchen ist die Vereinheitlichung der Typen*).

Der erste Schritt in dieser Richtung wurde in Rufsland durch Einführung der »normalen Güterzuglokomotivtype« im Jahre 1893 gemacht**). Dieser Schritt kann leider nicht als erfolgreich angesehen werden. Erstens, wurde diese »normale Type« dauernd verändert und, zweitens, baute jede Fabrik diese Lokomotiven nach eigenen Modellen und sogar nach eigenen Zeichnungen, die alle von den vorgeschriebenen abwichen.

Wir stellen daher jetzt die Bedingung, dafs Lokomotiven zur Verbilligung der Herstellung und der Ausbesserung nicht nur von der gleichen Type sein, sondern auch aus austauschbaren Teilen bestehen müssen. Dies führt zur Forderung der Herstellung nach dem Grenzkalibersystem.

In dieser Hinsicht verdienen die Arbeiten des Deutschen Ausschusses für Lokomotivnormen (Alna), der am 13. Februar 1918 gegründet worden ist, ganz besondere Beachtung. Es mufs jedoch erwähnt werden, dafs eine bedeutende Anregung für den Fortschritt dieser Arbeiten die Forderungen der Austauschbarkeit gleichartiger Teile waren, die von der Sowjet-Regierung bei der Bestellung der Lokomotiven der Serie Э^{M} und Э^{T} im Auslande gestellt wurden***). Gleichzeitig mit der Normalisierung der Teile wird in Deutschland auch eine neue Art der Ausbesserung eingeführt, die darin besteht, dafs die Lokomotive nicht in der Werkstatt die Ausbesserung ihrer Teile abwartet. Die schadhaften Teile werden in Ausbesserung gegeben und an ihrer Stelle erhält die Dampflokomotive vom Lager neue Teile oder bereits früher ausgebesserte. Im Ergebnis wird die Dauer des Aufenthaltes der Dampflokomotive in der Werkstatt zwei- bis dreimal kürzer. Ein Vorläufer dieses Verfahrens war die im Jahre 1900 von N. J. Girski auf der Katharinen-Bahn entwickelte Arbeitsweise, die in ausgeprägter Weise dann im Jahre 1909 in den Orenburger Werkstätten der Taschkent-Bahn angewandt werden.

Von allen Lokomotivteilen ist der Kessel derjenige, dessen Ausbesserung am wichtigsten und am umständlichsten ist, insbesondere die Feuerung. Der schwächste Teil des Kessels sind die flachen Wände der Feuerung. Um bei Drücken bis 16 at ausreichende Festigkeit und Steifheit einer solchen Feuerung zu erhalten, müssen die Wandungen durch eine grofse Zahl von Verankerungen verbunden werden. Abgesehen von der aufserordentlichen Sorgfalt in der Herstellung dieser Bolzen, fördern sie bei schlechtem Wasser die Ablagerung von Kesselstein, was zur gröfseren Umständlichkeit in der Unterhaltung des Kessels führt und zu recht gefährlichen Formveränderungen führen kann. Nicht weniger umständlich in der Unterhaltung der Kessel ist das Leckwerden der Rohre. Bei schlechtem Wasser kann es so schlimm werden, dafs von zehn Dampflokomotiven, die einen Lokomotivschuppen verlassen, lediglich sieben bis acht den nächsten erreichen. Dies führt dazu, dafs in der U. d. S. S. R. Bahnstrecken vorhanden sind, auf denen 23% aller Betriebsausgaben zur Ausbesserung der Kessel und Beseitigung der Verkehrsstörungen angewandt werden müssen, die durch das Schadhaftwerden der Lokomotiven auf der Strecke entstehen. Um diese Schwierigkeiten zu beheben, wurden bereits in den achtziger Jahren verschiedenartige Versuche gemacht, die Anzahl der Stehbolzen zu verringern durch Verwendung von gewellten Wandungen statt der flachen*) und durch Anwendung von besonderen Winkelversteifungen nach Polonceau**). Die gewellten Wandungen erwiesen sich als unbequem in der Unterhaltung, während die Versteifungen nach Polonceau sich nur dann als gut erwiesen, wenn die Rostfläche nicht über 2 m² betrug, während bei den jetzigen Lokomotiven die Rostfläche bis 6 und sogar 10 m² beträgt. Die Bauart von Polonceau wurde im Jahre 1909 auf der Santa Fe Eisenbahn neu angewandt, in Gestalt der Feuerung nach Jacobs-Shubert***). Diese Feuerung erhielt aber keine besondere Verbreitung. Ein weiterer Schritt in dieser Hinsicht war der Vorschlag von Brotan (1902) die Feuerkiste in der Weise herzustellen, dafs an Stelle von zwei Reihen von Wandungen, die durch Bolzen verbunden sind, eine Reihe von Stahlrohren angewendet wird, die fest aneinander gerückt sind†).

Die Brotan-Kessel wurden aufser von den österreichischen und ungarischen Bahnen auch in Rufsland und Deutschland versucht, ergaben jedoch kein ausschlaggebend günstiges Verhalten††). Sie enthalten keine Stehbolzen, die Heizrohre arbeiten jedoch unter genau den gleichen Verhältnissen wie in gewöhnlichen Kesseln. Im Gegenteil, bei schlechtem Wasser kommt zu dem Leckwerden der Heizrohre noch das Leckwerden der Feuerungsrohre und Verbindungsrohre hinzu, deren Einwalzen beträchtlich schwieriger und an manchen Stellen ganz unmöglich ist. In letzterer Zeit wurde der Brotan-Kessel wieder in Amerika versucht †††).

Der nächste Schritt in dieser Richtung ist der Wasserrohrkessel von Robert§), der auf der Eisenbahn in Algier im Jahre 1904 angewandt wurde, und der ähnliche Kessel von Strohmann (1914), der auf einer der preufsischen D Lokomotiven angewandt wurde§§). Beide Kessel besitzen keine Heizrohre; eine weitere Verbreitung haben sie nicht erhalten.

Schliefslich ist der letzte Schritt in dieser Hinsicht der Vorschlag, den Kessel von der Lokomotive gänzlich zu entfernen, indem die Dampfmaschine durch einen Verbrennungsmotor ersetzt wird. Von solchen Thermolokomotiven geringer Leistung (bis 200 PS) arbeiten in Europa bereits über 100 Stück. Was dagegen Leistungen von über 1000 PS betrifft, so gibt es in der ganzen Welt bisher nur eine Lokomotive, die Dieselelektrische Lokomotive Serie Ю^{Э} Nr. 001, die auf den Bahnen der U. d. S. S. R. arbeitet und bereits etwa 50 000 km zurückgelegt hat.

*) Railway Age Gazette 1918, Ap. 5, 12. Zeitschrift des V. D. I. 1922 Nr. 38.

**) Bekanntlich hat schon um die Wende der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die preufsische Staatseisenbahnverwaltung „Normalentwürfe für Lokomotiven" aufgestellt, die die Bildung von Normaltypen zum Zwecke hatten. Sie beherrschten lange Zeit hindurch den Bau der Lokomotiven in Preufsen und beeinflufsten auch den Lokomotivbau anderer Länder. Die Verschiedenartigkeit der Ausführung der verschiedenen Fabriken und der ständigen Änderungen war allerdings auch hier zu beklagen. Die Schriftleitung.

***) Zeitschrift des V. D. I. 1922, Seite 376.

*) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart I (1912), Seite 232—235.

**) Revue Générale. 1896. Februar.

***) Railroad Age Gazette. 1909.

†) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1903, Nr. 34—35; Organ 1904, Seite 115.

††) Westnik Obschestwa Technologow. 1909. N. 5. (Nachricht der Technologen-Gesell. 1909, Nr. 5). Injener. (Ingenieur) 1909, Nr. 5). Protokoly XXX Sav. Siesda Tiagi, str. 83. (Protokolle der XXX Betriebstagung, Seite 83.) Zeitschrift des V. D. I. 1911, Seite 296.

†††) The Engineer 1925. II, Seite 370.

§) Revue Générale 1905, I, Seite 237; Organ 1906, Seite 43.

§§) Brückmann. Heifsdampflokomotiven 1920, Seite 1057.

Digitized by Google

Die thermische Vollkommenheit der Lokomotiven. Nach den Versuchen von Clark*) und Bauschinger**) hatte die Stephensonsche Dampflokomotive einen Gesamtwirkungsgrad von etwa 4%, d. h. die Dampflokomotiven verwerteten in den sechziger Jahren nur etwa 4% der in dem Brennstoff enthaltenen Wärme. Für moderne Dampflokomotiven sind es 7 bis 9%***), Turbolokomotiven erreichen 15% und Thermolokomotiven 27%. Die letztere Zahl bringt die Lokomotiven den besten ortsfesten Anlagen nahe.

Der niedrige Wirkungsgrad aller Wärmemaschinen wird vor allem dadurch bedingt, dafs nach dem zweiten Satz der Wärmelehre sogar die ideale Maschine, die nach dem Carnot-Prozefs arbeitet, keinen höheren Wirkungsgrad haben kann als das Verhältnis der Temperaturdifferenzen, innerhalb deren die Maschine arbeitet, zu der oberen Grenze, ausgedrückt in absoluten Temperaturen. — Der Carnot-Prozefs ist praktisch nicht durchführbar und daher gilt als Ideal für eine Lokomotivmaschine nicht der Carnot-Prozefs, sondern der sogenannte praktisch-ideale Prozefs, der in dem pv-Koordinatensystem aus vier Geraden und Adiabaten besteht. Der Wirkungsgrad dieses Prozesses ist beträchtlich niedriger als der Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses und erreicht für Dampflokomotiven, die ohne Kondensation mit zwei- bis vierfacher Expansion arbeiten, 12 bis 17%†).

Der Wirkungsgrad einer wirklichen Maschine ist noch geringer, da bei ihr noch zusätzliche Verluste vorhanden sind, die der idealen Maschine fehlen, und zwar:

1. Verluste im Kessel,
2. Verluste durch Abkühlung der Zylinderwandungen und durch Undichtheiten,
3. Verluste infolge der Unvollkommenheit des Indikatordiagramms,
4. Verluste durch innere Reibung.

Die ersten Dampflokomotiven arbeiteten gänzlich ohne Expansion, infolgedessen betrug ihr idealer Wirkungsgrad nur 7%, d. h. sogar beim Fehlen der Verluste 1. und 4. konnten sie nur 7% der im Brennstoff enthaltenen Energie verwerten. Vom Jahre 1839 ab wurden die Schieber der Dampflokomotiven mit Überdeckung versehen und im Jahra 1842 wurde die erste Kulissensteuerung von Stephenson erfunden und für Lokomotiven angewandt. Dank diesen Verbesserungen begann die Dampflokomotive mit Expansion zu arbeiten und die Verluste in ihrer idealen Maschine wurden bis zu den Grenzen herabgesetzt, die auch heute noch bestehen.

Betreffs des Kessels ist zu sagen, dafs aufser der Anwendung von Gewölben, die in den vierziger Jahren begann, bis zur letzten Zeit keine wesentlichen Vervollkommnungen an ihm vorgenommen wurden. Lediglich vom Jahre 1905 ab begann man an Dampflokomotiven Vorwärmung des Speisewassers und der dem Brennstoff zugeführten Luft anzuwenden.

Zur Dampfmaschine übergehend, mufs bemerkt werden, dafs in deren Entwicklung deutlich drei Zeiträume unterschieden werden können. Während des ersten Zeitraums (1860 bis 1885) war das Bestreben der Fachleute darauf gerichtet, die Indikatordiagramme zu verbessern und die innere Reibung zu verringern. Eine wesentliche Verbesserung in dieser Hinsicht sind die Kolbenschieber und die Vergröfserung ihres Hubes. Im zweiten Zeitraum (1885 bis 1920), deren Beginn mit den Arbeiten von Green und seiner Anhänger zusammenfällt, wurde der Kampf mit der inneren Kondensation geführt. In dieser Richtung wurde zuerst die Verbundwirkung vorgeschlagen, dann die Überhitzung, und schliefslich beides zusammen. Erst im Laufe der letzten fünf Jahre sind wir in den dritten Zeitraum eingetreten, der das Bestreben zeigt, den idealen Wirkungsgrad zu erhöhen, wie schon in den vorhergehenden Zeilen ausgedrückt. Hierzu gehört die Anwendung von Kühlern, hohen Drücken und Dampfturbinen.

Die Tatsache, dafs Eisenbahningenieure ihre Aufmerksamkeit vor allem auf die Dampfverteilung und die Diagrammverluste richteten, ist kein Zufall. Sie ist bedingt dadurch, dafs der Indikator das erste Mefsinstrument war, das auf der Dampflokomotive verwendet wurde. Auch heute gibt es noch Ingenieure, die bei der Erprobung von Dampflokomotiven sich hierauf beschränken. Der zweite Apparat, der auf Dampflokomotiven noch in den fünfziger Jahren verwendet wurde, ist die Mefsdose. Wassermessungen bei konstanten Arbeitsbedingungen in Laboratorien begann man erst im Jahre 1882 und auf der Strecke im Jahre 1900, das Verdienst des russischen Ingenieurs Borodin*) und des Verfassers**).

Es wurde lange Zeit angenommen, dafs der geringe Wirkungsgrad von Dampflokomotiven bedingt sei durch die Unvollkommenheit der Dampfsteuerung. In der Tat ist es unmöglich, bei der Anwendung von gewöhnlichen Schiebern und Kulissensteuerungen grofse Expansionen zu erreichen, da das Indikatordiagramm mit Verringerung der Füllung und Erhöhung der Geschwindigkeit verdorben wird. Diese Erscheinung wurde bereits durch Clark***) und Bauschinger†) festgestellt, aber die anschaulichsten Beweise erhielt sie durch die Versuche von Desdouits††), Gofs†††), Nadal§) und des Verfassers §§) Dies erklärt sich dadurch, dafs infolge der Grundeigenschaft der Kulissensteuerungen mit Verringerung der Füllung einerseits das Kompressionsverhältnis und die Vorausströmung wächst, wodurch die Diagrammfläche unmittelbar verringert wird, andererseits die Dampfausströmöffnungen verkleinert werden.

Zur Verbesserung der Steuerung von Dampflokomotiven begann man dieselben Mittel anzuwenden wie bei ortsfesten Maschinen. Diese Mittel hatten zum Ziel sowohl eine Erhöhung des Expansionsgrades und eine Vergröfserung der Dampfdurchströmöffnungen als auch eine Verringerung der Kompression und die Unabhängigkeit der Kompression von der Füllung. Der erste Versuch in dieser Richtung war die Anwendung der doppelten Schieber von Meyer und Polonceau auf Dampflokomotiven. Die Versuche wurden in den vierziger Jahren durchgeführt §§§). Die Praxis und die Versuche*†) lieferten unbefriedigende Ergebnisse. Trotzdem wurde im Jahre 1900 der Polonceau- Schieber auf der Nord-Spanischen Bahn an-

*) Clark. Railway Machinery. 1861.
**) Bauschinger. Indikatorversuche an Lokomotiven. 1868.
***) The Engineer 1925, I, Seite 550—551, 689.
†) Zeuner. Technische Thermodynamik. 4. Aufl., II, Seite 387.

*) Borodin i Lewi. Opytnoe issledowanie nad primeneniem sistemy kompaund i parowych rubascheck k parowosnym maschinam, proiswedenoe Ha J. Z. j. d. Kieff 1886. (Borodin und Levi. Experimentelle Untersuchung über die Anwendung der Verbundwirkung und der Dampfmäntel an Dampflokomotivmaschinen, ausgeführt auf der Süd-West-Bahn. Kieff, 1886.)
**) Lomonossoff. Zel opytow i ich metod. 1914. (Lomonossoff. Zweck und Methode der Versuche. 1914.)
***) Clark. Railway Maschinery. 1861, Seite 67—68.
†) Bauschinger. Indikatorversuche an Lokomotiven. 1868. Kapitel V.
††) Revue Générale. 1890, I S, Seite 295.
†††) Romanoff. Parowosy. 1900. Str. 544. (Romanoff. Die Dampflokomotiven 1900, Seite 544).
§) Revue Générale. 1903, I S, Seite 301, 1904, I S, Seite 180, 208, II S. Seite 165, 183.
§§) Opytnoe issledowanie na Ch. N. jd. Str. 195—199. (Lomonossoff. Experimentelle Untersuchung auf der Charkoff-Nikoajeff-Bahn, Seite 195—199). Lomonossoff Opyty na Ek j d Str. 101—102. Versuche auf der Katharinen-Bahn, Seite 101—102. Lomonossoff. Parowosy Э, Э^M, Э^T 1924. Str. 79, 182—185. (Die Dampflokomotiven Э, Э^M, Э^T 1924, Seite 79, 182—185.)
§§§) Romanoff. Parowosy. 1900. Str. 450. (Die Dampflokomotiven 1900, Seite 450.)
*†) Bauschinger. Indikatorversuche an Lokomotiven 1868.

Digitized by Google

gewandt*), wiederum ohne sichtlichen Erfolg. Dies verhinderte nicht, dafs Nadal**) im Jahre 1905 eine Lokomotive mit zwei Schiebern an jedem Zylinder, gesondert für Einlafs und Auslafs, baute. Auch diese Bauart erhielt keine Verbreitung.

Es wurde auch mehrfach versucht, an Dampflokomotiven die Corlifs-Steuerung anzuwenden. Von diesen Versuchen sind hervorzuheben die Dampfsteuerungen von Durant und Lencauchez***) Bonnefond†) und Young†). Die Steuerung von Durant und Lencauchez erhielt in den achtziger Jahren eine gewisse Verbreitung auf der Paris-Orléans-Bahn. Diese Lokomotiven zeigten eine merkliche Brennstoffersparnis, erforderten aber bedeutend mehr Schmierung und wurden häufig auf der Strecke schadhaft. Alle diese Lokomotiven sind bereits aufser Dienst gestellt worden. Dasselbe Schicksal hatten auch die Lokomotiven mit Bonnefond-Steuerung. Einige Dampflokomotiven mit der Young-Steuerung arbeiten auch jetzt noch in Amerika, aber ohne besonderen Erfolg.

Eine Ventilsteuerung wurde für Dampflokomotiven von Lentz in zwei Bauarten vorgeschlagen: mit senkrechten††) und mit wagrechten†††) Ventilen. Sie erhielt keine merkliche Verbreitung§). Somit arbeiten auch heute noch 99,9 % aller Dampflokomotiven mit derselben Steuerung, wie vor Jahren.

Diese Tatsache kann nicht durch Zufälligkeit und Trägheit der Eisenbahnfachleute erklärt werden. Die Ursache liegt bedeutend tiefer. Die Diagramme, die von Dampflokomotiven mit den erwähnten Steuerungen aufgenommen wurden, sind bedeutend besser, als bei der gewöhnlichen Dampfsteuerung. Trotzdem ergibt die Statistik für diese Dampflokomotiven keine besondere Brennstoffersparnis. Leider haben wir keine genauen Angaben über deren Dampfverbrauch. Zweifellos steigt auch der Dampfverbrauch und zwar gerade wegen der Verbesserung des Indikatordiagramms. Bekanntlich besteht der wirkliche Dampfverbrauch jeder Dampfmaschine aus zwei Teilen: aus dem nützlichen Verbrauch, der durch das Indikatordiagramm bedingt ist, und mit dessen Fläche wächst, und dem zusätzlichen Dampfverbrauch, der durch Undichtheiten und den Einflufs der Wandungen bedingt ist. Infolgedessen wächst mit der Verkleinerung der Diagrammfläche der spezifische Dampfverbrauch und zwar desto stärker, je gröfser der zusätzliche Verbrauch ist. Dieser ist aber bei den jetzigen Dampflokomotiven sehr gering. Eine ähnliche Untersuchung dieser Erscheinung wurde in der letzten Zeit durchgeführt§§) und zeigte, dafs eine gewisse Verschlechterung des Diagramms sogar nützlich ist, da der Verlust der Diagrammfläche durch die Verringerung des Dampfverbrauches reichlich wettgemacht wird. Bei den jetzigen Dampflokomotiven beträgt der gesamte Verlust infolge der Unvollkommenheit der Dampfsteuerung nicht mehr als 2 % der in dem Brennstoff enthaltenen Energie und kann sogar negativ sein.

Es sind noch einige Worte zu sagen in bezug auf die Möglichkeit der Vergröfserung des Expansionsgrades bei Dampf lokomotiven mit den oben erwähnten Steuerungen, d. h. über die Möglichkeit, mittels der Steuerung die Verluste in der idealen Maschine zu verringern. Dieses Ziel wurde von den Konstrukteuren verfolgt, die in den vierziger bis achziger Jahren entsprechende Vorschläge machten. Damals schien das Ziel noch unerfüllbar, z. B. zeigten die Versuche mit den Steuerungen von Durant und Lencauchez, dafs die erzielte Brennstoffersparnis hauptsächlich dadurch bedingt war, dafs sie mit grofser Expansion arbeiteten. Hierzu ist aber nicht nur eine Verbesserung der Steuerung, sondern auch eine Vergröfserung der Dampfzylinder erforderlich. Nun wird es aber schon zur Zeit, bei dem stetigen Wachsen der Leistungen der Dampflokomotiven, immer schwieriger, selbst Dampfzylinder, die für gewöhnliche Expansionsgrade entworfen sind, in dem Umgrenzungsprofil unterzubringen.

Es mufs daher festgestellt werden, dafs alle aufgezählten Versuche, die Steuerung zu verbessern, jetzt zwecklos sind. Das einzig Nützliche, was in dieser Hinsicht seit Stephenson geschaffen worden ist, ist die beträchtliche Erhöhung des Hubes, also auch der Geschwindigkeit des Schiebers. Der Nutzen dieser Mafsnahme war bereits im Jahre 1838 von Woods*) erkannt worden. Damals war deren Anwendung bei nicht entlasteten Schiebern mit einer beträchtlichen Erhöhung der Reibungsverluste verbunden. Erst seit der Einführung der Kolbenschieber konnten Ricour**) und Churchward**) diese Mafsnahme verwirklichen.

Von Kulissensteuerungen werden auf Dampflokomotiven folgende fünf Bauarten verwendet: Stephenson (1843), Gooch (1843), Walschaert-Heusinger (1844), Allan (1856) und Joy (1871), letztere in der ursprünglichen Bauart wie auch in der im Jahre 1891 von Gleb-Koschanski etwas abgeänderten Bauart. Alle diese Umsteuerungen ergeben fast gleiche Dampfverteilung, aufser der abgeänderten Joy-Umsteuerung, bei der die Dampfverteilung beträchtlich von dem Federspiel abhängt***). In bezug auf Bequemlichkeit der Wartung und Ausbesserung ist die Walschaert-Heusinger Umsteuerung unbedingt die beste. Infolgedessen verdrängte sie in der letzten Zeit alle anderen, sogar in Amerika, wo sich bis jetzt die Stephensonsche Kulisse erhalten hatte.

In bezug auf die Verluste durch innere Reibung wurde im Laufe der 100 Jahre lediglich eine wesentliche Verbesserung eingeführt und zwar die entlasteten Schieber, zuerst Flachschieber, dann Rundschieber. Die entlasteten Flachschieber erhielten in den achtziger Jahren eine weite Verbreitung, die Rundschieber um das Jahr 1900 herum. Nun hängt aber die innere Reibung nicht nur von der Bauart, sondern auch von dem Zustand der Dampflokomotive ab und bei geeigneter Wartung kann der Verlust durch innere Reibung bis auf 1 % der in dem Brennstoff enthaltenen Energie herabgesetzt werden.

Wir kommen nun zu den Verlusten durch Kondensation und Undichtheiten. Die Tatsache, dafs der wirkliche Dampfverbrauch einer Dampfmaschine stets höher ist, als der durch die Indikatordiagramme angegebene, war bereits Watt und seinen Schülern bekannt. Sie wurde aber erst von Clark im Verlaufe seiner vielen Versuche mit Dampflokomotiven genau festgestellt Bei der Beurteilung dieser Tatsache bestand zuerst die Ansicht, dafs die Differenz zwischen dem wirklichen und dem nützlichen Verbrauch lediglich durch die Undichtheiten herbeigeführt würde. Wenn auch bereits Watt der Gedanke über die Möglichkeit eines Einflusses der Wandungstemperatur des Zylinders auf den Dampfverbrauch†) nicht fremd war, so wurde doch erst durch Clark††) die Ursache des zusätzlichen Dampfverbrauches klar festgestellt. Die Bedeutung der Clarkschen Versuche wurde jedoch durch seine Zeitgenossen nicht richtig gewürdigt. Ebenso unbemerkt blieben auch die Versuche

*) Revue Générale. 1899, I S, Seite 216.
**) Revue Générale. 1906, I S, Seite 143—146.
***) Demoulin. Traité pratique de la machine locomotive. II (1898) Seite 130—145, oder Guédon. Les locomotives nouvelles. 1898, Seite 131—185.
†) Railroad Gazette. 1904. Seite 516.
††) Garbe. Die Lokomotiven der Gegenwart. 1920, Seite 301.
†††) Zeitschrift des V. D. I., 1924. Seite 225.
§) Bei den österreichischen Bundesbahnen hat sie in jüngster Zeit ausgedehntere Anwendung gefunden. Die Schriftleitung.
§§) Lomonossoff. Parowosy Э, Э^M, Э^T 1924. Seite 109, 211. (Dampflokomotiven Э, Э^M, Э^T).

*) The Engineer, 1925, I, Seite 711.
**) Revue Générale, 1886, II S., Seite 212.
***) Lomonossoff. Opytnoe issledowanie na Ch. N. j. d Seite 21—24. (Experimentelle Untersuchung auf der Charkoff-Nikolajeff-Bahn.
†) Ewing, the Steam Engine, Seite 12.
††) Clark. Railway Machinery. 1861, Kap. V.

Digitized by Google

von Ysherwood*) mit Schiffsdampfmaschinen, und erst durch die Untersuchungen von Green**) erhielt die Erklärung des zusätzlichen Dampfverbrauches durch den Einflufs der Wandungen eine weite Verbreitung.

Heute kann man die Tatsache eines starken Wärmeaustausches zwischen dem Dampf und den Wandungen infolge der von vielen Seiten durchgeführten Versuche als bewiesen annehmen. Man kann also annehmen, dafs ein Teil des in den Zylinder eintretenden Dampfes auf den Wandungen sich als Tau niederschlägt und somit für die Arbeit verloren geht. Trotzdem bleibt eigentlich immer noch ungeklärt, welcher Teil des zusätzlichen Dampfverbrauchs auf Kosten der Wandungen und welcher auf Kosten der Undichtheiten geht. Die Mehrzahl der Forscher vernachlässigen zur Zeit gänzlich den Einflufs der Undichtheit, indem sie behaupten, dafs bei guter Wartung der Maschine Undichtheiten nicht stattfinden dürfen. Diese Anschauung steht im krassen Widerspruch zu den Ergebnissen der bemerkenswerten Versuche von Nicolson und Callendar***), die die Undichtheiten durch die Schieber und Kolben gemessen haben und zwar nicht im Ruhezustand, wie das gewöhnlich geschah, sondern während des Laufes.

Es mufs darauf hingewiesen werden, dafs die Mehrzahl der Untersuchungen über den Einflufs der Wandungen an ortsfesten Maschinen durchgeführt wurde. Die Literatur enthält sehr wenig solcher Angaben in bezug auf Dampflokomotiven. Man mufs sogar sagen, dafs die Frage des zusätzlichen Dampfverbrauches, die infolge der Clarkschen Versuche zuerst aufgeworfen wurde, diejenigen Ingenieure, die sich späterhin mit der Untersuchung von Dampflokomotiven befafsten, sehr wenig interessierte. Im Laufe von 60 Jahren, die seit den Clarkschen Versuchen verstrichen sind, wurde die Frage des zusätzlichen Verbrauches nur in den Forschungen von Borodin†), Gofs††), Nadal†††) und des Verfassers§) berührt.

Übrigens war die Aufmerksamkeit von Nadal hauptsächlich nicht auf die experimentelle Untersuchung dieser Erscheinung, sondern auf die Schaffung ihrer mathematischen Theorie gerichtet§§). Das prägte sich auch in der Art seiner Untersuchungen aus. Bei seinen bekannten Versuchen mit Personenzuglokomotiven der französischen Staatsbahn hat er die Gröfse des zusätzlichen Dampfverbrauches überhaupt nicht gemessen, sondern nach einer Gleichung berechnet, die er auf Grund seiner theoretischen Erwägungen aufgestellt hat.

Nun ist aber vom Standpunkt der thermischen Vollkommenheit der Dampflokomotiven der Kondensationsverlust aufserordentlich wichtig. Man könnte fast sagen, dafs die Entwicklung des Dampflokomotivbaues der letzten 80 Jahre, beginnend mit den Versuchen von Crampton, an Dampflokomotivzylindern Dampfmäntel anzubringen (1846), bis zu den neuzeitlichen Verbundlokomotiven mit vier Zylindern und Überhitzung, ein ununterbrochener und erfolgreicher Kampf mit diesem Verlust ist.

Es sollen hier einige besonders bemerkenswerte Einzelheiten dieses Kampfes hervorgehoben werden. Wie bereits erwähnt, ist der erste Versuch der Anwendung eines Dampfmantels im Jahre 1846 unternommen worden, allerdings erfolglos. Dann wurde diese Frage im Jahre 1882 von Borodin und Levy auf der russischen Süd-West-Bahn*) eingehend studiert, wobei diese Untersuchungen nicht nur die von Crampton erzielten Mifserfolge bestätigten, sondern auch eine Erklärung hierfür fanden. Bei Schiffsdampfmaschinen arbeitet die Maschine ununterbrochen während einer längeren Zeit, während im Dampflokomotivdienst in Abhängigkeit vom Streckenprofil der Regler alle 10 bis 15 Minuten geschlossen werden mufs. Nun kühlen sich aber beim Fahren ohne Dampf die Dampfmäntel rasch ab und bei jedem nachfolgenden Öffnen des Reglers mufs eine gewisse zusätzliche Dampfmenge zur Anwärmung des Dampfmantels verwendet werden. Diese Verluste zur Anwärmung der Dampfmäntel verschlucken im Dampflokomotivdienst diejenigen Ersparnisse, die sich in bezug auf die Kondensation ergeben.

Die Verbundwirkung wurde zuerst an den Mallet-Lokomotiven im Jahre 1876 angewandt. Eine weitere Verbreitung erhielt sie erst von der zweiten Hälfte der achtziger Jahre an, hauptsächlich dank der zielbewufsten Tätigkeit von v. Borries. Ihm verdanken wir das Aufkommen einer grofsen Zahl von Zweizylinder-Verbundlokomotiven in Deutschland, Österreich und Rufsland. Die erste wissenschaftliche Untersuchung der Verbundlokomotiven wurde im Jahre 1882 von Borodin**) in Rufsland durchgeführt. Die Arbeiten von v. Borries***) Klein†), Richter††), Leitzmann†††), Brückmann§), Marchi§§), sowie des Verfassers§§§) sind nicht von der gleichen wissenschaftlichen Tiefe und beziehen sich hauptsächlich auf die spätere Zeit.

Alle diese Forscher kamen zu dem Ergebnis, dafs die Verbundwirkung bei Dampflokomotiven bis zu 20 % Brennstoffersparnis ergeben kann, aber nur bei richtiger Wahl der Füllungen im grofsen und kleinen Zylinder. Bei zwei Zylindern ist dies jedoch nicht immer erreichbar. Aufserdem verschlechtert sich bei Zweizylinder-Verbundmaschinen die Wirkung des Blasrohrs, das Tangentialdruckdiagramm wird ungleichmäfsiger, und das Getriebe, sowie die Dampfsteuerungen werden an beiden Seiten nicht gleichmäfsig abgenutzt*†).

Dies bewog Borodin bereits im Jahre 1885 zur Tandem-Verbundlokomotive mit vier Zylindern überzugehen. Die Tandemanordnung erhielt aufser Rufsland noch Verbreitung in Ungarn (1896) und in Amerika auf der Santa Fe-Bahn (1899)**†). In den neunziger Jahren erschienen in Amerika und dann auch in Rufsland Lokomotiven nach der Bauart Vauclain. Diese kommt der Tandemanordnung sehr nahe. Bei beiden Ausführungen sind die Kolben der beiden Zylinder unterein-

*) Ysherwood. Experimental researches in Steam Engineering. 1862.

**) Eine Reihe von Aufsätzen in Bulletin de la Société de Mulhouse (1855—1883), ebenso Dwelshouvers-Dery. Etude experimentale calorimétrique de la machine à vapeur. 1898.

***) Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Engineers CXXXI (1898), Seite 147.

†) Injener. 1886. (Der Ingenieur. 1886, Seite 381—388.)

††) Gofs. Tests of the Locomotive at the Laboratory of Purdue University. 1893.

†††) Annales des Mines. 1898, I S, Seite 718.

§) Lomonossoff. Lokomotivversuche in Rufsland. 1926. Seite 108—116.

§§) Annales des Mines. 1893, Seite 675; 1897 Seite 297; Revue de Méchanique 1900, I, Seite 141, 269, 713; Revue Générale 1901, II S, Seite 211; 1903, Seite 309.

*) Injener 1886. (Der Ingenieur.)

**) Injener 1886. Str. 381—388. (Der Ingenieur.) Proceedings of Inst. M. E. 1886, Seite 317.

***) Organ. 1880, Seite 220; 1883, Seite 146; 1885, Seite 18, 151; 1889, Seite 56.

†) Organ. 1889, Seite 56.

††) Organ. 1895, Seite 117, 136, 155, 175, 195, 215, 235.

†††) Zeitschrift des V. D. I. 1898, Seite 207.

§) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. I (1897), Seite 235.

§§) Revue Générale. 1904, I S, Seite 85.

§§§) Lomonossoff. Opytnoe issledowanie parowosow kompaund normalnawo tipa, proiswedenoe v. 1898—1900 g. na Ch. N. j. d. Kieff. 1907. (Experimentelle Untersuchung von Verbundlokomotiven der Normaltype, durchgeführt in den Jahren 1898—1900 auf der Charkoff-Nikolajeff-Bahn. Kieff 1907.) Lomonossoff. Opyty na Ex. j. d. Odessa. 1915. Versuche auf der Katharinen-Bahn).

*†) Lomonossoff. Glawneischie resultaty issledowania parowosow 0—4—0 i 1—4—0, 1913, Seite 60—61. (Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung der Dampflokomotiven 0—4—0 und 1—4—0).

**†) Railway Gazette 1899, Nr. 24; 1900, Nr. 2; American Engineer 1903, Seite 127, 175.

Digitized by Google

ander starr verbunden und haben nur einen Kreuzkopf. Hierdurch wird das Gewicht der hin- und hergehenden Massen sehr hoch, wodurch ein unruhiger Gang verursacht wird. Die Schieber werden bei der Tandemanordnung auf jeder Seite auf einem Tauchkolben untergebracht, während Vauclain für jede Seite nur einen Schieber hat, der auf zwei Zylinder arbeitet. Unter diesen Verhältnissen ist die Verwendung des vorteilhaftesten Verhältnisses der Füllungen fast unmöglich und die Lokomotiven sind, abgesehen vom unruhigen Gang, auch noch verhältnismäfsig unwirtschaftlich.

Die besten Ergebnisse in bezug auf ruhigen Gang, wie auch in bezug auf Brennstoffverbrauch ergeben von allen Verbundlokomotiven die Lokomotiven mit vier Zylindern, von denen zwei aufserhalb und zwei innerhalb des Rahmens untergebracht sind*). Die erste Lokomotive dieser Bauart erschien im Jahre 1885 auf der französischen Nord-Bahn, auf der sie im Verlaufe von sieben Jahren verschiedene Versuchsänderungen und Umbauten erlitt. Im Jahre 1895 wurde diese Type auf der Nordbahn als Normaltype aufgenommen, später auch auf den übrigen französischen Bahnen**). Eine gewisse Verbreitung erhielt diese Anordnung nachher auch in Deutschland, in der Schweiz, in Schweden***) und in Rufsland auf der Rjasan-Ural-Bahn und Taschkent-Bahn. (Schlufs folgt).

*) Engineering 26—VIII. 98, 10—XI. 99, 2—II. 1909.

**) Revue Générale 1898 Sept.; 1902 April; 1908 II. S. Seite 149; 1909 I S. Seite 180 und andere.

***) Organ 1896 Nr. 3, 4, 5; Zeitschrift des V. D. I. 1908, Seite 567; 1909 Seite 641. Revue Générale 1899, Dezember; 1903, April und andere.

Zeichnerische Untersuchung der Bogenbeweglichkeit von Eisenbahnfahrzeugen.

Von Dr. Ing. **Rudolf Vogel**, Direktor der Gesellschaft für Oberbauforschung, Mannheim.

Hierzu Tafel 32 und 33.

Die erforderliche Verschieblichkeit bzw. Spurkranzschwächung von Lokomotivachsen wird von fast allen deutschen und ausländischen Eisenbahnverwaltungen durch das zeichnerische Verfahren von Roy*) ermittelt. Es ist bekanntlich ein Näherungsverfahren und enthält daher Ungenauigkeiten. Zwar können diese häufig durch geeignete Wahl der Mafsstäbe in erträglichen Grenzen gehalten werden, sie werden aber in vielen Fällen so grofs, dafs der praktische Wert des Verfahrens stark herabsinkt. Die genauesten Werte liefert naturgemäfs die Rechnung. Sie ist aber sehr umständlich und auch deshalb mangelhaft, weil die Vorstellung fehlt. Es ist daher vom Verfasser ein genaues zeichnerisches Verfahren gesucht worden. Zum besseren Verständnis sei zunächst das zeichnerische Verfahren von Roy und danach das neue Verfahren beschrieben.

Man denke sich aus Abb. 1, Taf. 32 den Teil B bis B_1 herausgeschnitten. Der Abstand der Schienenfahrkanten ist dadurch auf den Spielraum s zwischen den Spurkränzen und den Schienenfahrkanten zusammengeschmolzen (nach T. V. § 70 nicht unter 10 mm bei Spurweite 1435 mm). Die Lokomotiven erscheinen in der Aufsicht als Striche und ihre Achsen als Punkte. Die Schienenfahrkanten werden als parallel oder — Gleisbögen — konzentrisch verlaufende Linien mit dem Abstand s + Spurerweiterung dargestellt.

Zusammenstellung 1.

Mafsstab für	Grundformeln	b = 1		b = 2		b = 4	
		n = 10	n = 20	n = 10	n = 20	n = 10	n = 20
Breite	$\frac{1}{b}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Länge	$\frac{1}{b \cdot n}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{80}$
Halbmesser	$\frac{1}{b \cdot n^2}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{800}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{1600}$

Zur Erzielung handlicher Zeichnungen und doch gut mefsbarer Breitenmafse hat Roy den Breitenmafsstab $\frac{1}{b}$ und den Längenmafsstab $\frac{1}{b \cdot n}$ gewählt. Die Gleiskurve wird als Kreisbogen dargestellt, der im Mafsstab $\frac{1}{b n^2}$ aufgetragen ist. Zusammenstellung 1 gibt einige Zahlenbeispiele für n = 20 und n = 10. In der Regel wird der Längenmafsstab $\frac{1}{40}$ gewählt, weil er die handlichsten Bildgröfsen bringt. Der Breitenmafsstab kann hierfür nach Zusammenstellung 1 $^1/_2$ oder $^1/_4$ sein und der Mafsstab des Halbmessers $\frac{1}{800}$ oder $\frac{1}{400}$. Für diese beiden Mafsstäbe ist in Abb. 2 und 3, Taf. 32 eine Lokomotive der früheren Gattungsbezeichnung K (Württ.), jetzt G. 67.16, in einem Bogen von 180 m Halbmesser mit s = 10 mm Spielraum und s_e = 20 mm Spurerweiterung dargestellt. Der Bogenaufsenhalbmesser errechnet sich nach der Formel $\frac{R}{b \cdot n^2} + \frac{\frac{1}{2} s}{b}$ zu 227,5 bzw. 451,25 mm; der Innenhalbmesser nach der Formel $\frac{R}{b n^2} - \frac{\frac{1}{2} s + s_e}{b}$ zu 212,5 bzw. 443,75 mm. Steht ein Stangenzirkel nicht zur Verfügung, dann müssen die Kurvenpunkte rechnerisch ermittelt werden, da Kurvenhölzer für zuverlässige Darstellungen in der Regel zu ungenau sind. Man errechnet am besten die Ordinaten für die Gleisachse. Sie sind für die Abb. 2 und 3, Taf. 32 aus Zusammenstellung 2, Zeile 2 und 3, zu ersehen.

In den Abb. 4 und 5, Taf. 32 ist die gleiche Lokomotive im gleichen Bogen 180 nach dem genauen zeichnerischen Verfahren dargestellt. Hier sind nur zwei Mafsstäbe angewendet, und zwar $\frac{1}{b}$ für die Breiten und $\frac{1}{b n}$ für die Längen. Der Gleisbogen erscheint als Ellipsenbogen, dessen Krümmungshalbmesser folgendermafsen berechnet werden:

1. Krümmungshalbmesser $\varrho = \frac{(B^4 \xi^2 + A^4 \eta_0^2)^{3/2}}{A^4 B^4}$.

2. Ellipsengleichung $\frac{\xi^2}{A^2} + \frac{\eta_0^2}{B^2} = 1$; darin bedeuten ξ und η_0 die Koordinaten des jeweiligen Kurvenpunktes im Zeichnungsmafsstab, bezogen auf den Ellipsenmittelpunkt;

$A = \frac{R}{b \cdot n}$; $B = \frac{R}{b}$; daraus ergibt sich:

$$\varrho = \frac{R}{b \cdot n^2} [1 + \xi^2 \cdot C]^{3/2}, \text{ worin } C = \frac{b^2 \cdot n^2 (n^2 - 1)}{R^2}$$

ist. Aus dieser einfachen Formel lassen sich die Krümmungshalbmesser genau genug mit dem Rechenschieber ermitteln. Sie sind in Zusammenstellung 3 für eine Reihe von Kurvenpunkten der Halbmesser 180, 190 und 200 m in den Mafsstäben $\frac{1}{2}, \frac{1}{40}$ und $\frac{1}{4}, \frac{1}{40}$ angegeben. Die Scheitelhalbmesser stimmen mit den Bogenhalbmessern des Royschen Verfahrens überein.

*) Baumann, Bewegung der Lokomotiven in geraden Strecken und Bogen. Eisenbahntechnik der Gegenwart. 3. Auflage, 1913, Bd. I, 1, S. 138 ff.

Digitized by Google

Zusammenstellung 2.

Alle Maſse in Millimetern.

Lfd. Nr.	Maſsstäbe	Abszissen und Ordinaten in den Punkten		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 a	Wirklichkeit: M 1 : 1	Abszissen	x	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
2 a	Abb. 2 bis 5, Taf. 32 $\frac{1}{b.n} = \frac{1}{2.20} = \frac{1}{4.10} = \frac{1}{40}$		$\xi = \frac{x}{40}$	25	50	75	100	125	150	175	200	225
1	Wirklichkeit: M . 1 : 1	Ordinaten für R = 180000 mm	$y = \frac{x^2}{2R} = \frac{x^2}{360000}$	2,8	11,1	25,0	44,4	69,4	100,0	136,1	177,8	225,0
2	Abb. 2, Verfahren Roy $\frac{1}{b} = \frac{1}{2}$; $\frac{1}{bn} = \frac{1}{40}$; $\frac{1}{bn^2} = \frac{1}{800}$		$\eta = \frac{R}{800} - \sqrt{\left(\frac{R}{800}\right) - \left(\frac{x}{40}\right)^2}$	1,4	5,6	12,9	23,4	37,9	57,3	83,6	124,2	225,0
3	Abb. 3, Verfahren Roy $\frac{1}{b} = \frac{1}{4}$; $\frac{1}{bn} = \frac{1}{40}$; $\frac{1}{bn^2} = \frac{1}{400}$		$\eta = \frac{R}{400} - \sqrt{\left(\frac{R}{400}\right)^2 - \left(\frac{x}{40}\right)^2}$	0,7	2,8	6,3	11,2	17,7	25,7	35,4	46,9	60,3
4	Abb. 4, Neues Verfahren $\frac{1}{b} = \frac{1}{2}$; $\frac{1}{bn} = \frac{1}{40}$		$\eta = \frac{y}{b} = \frac{y}{2}$	1,4	5,6	12,5	22,2	34,7	50,0	68,1	88,9	112,5
5	Abb. 5, Neues Verfahren $\frac{1}{b} = \frac{1}{4}$; $\frac{1}{bn} = \frac{1}{40}$		$\eta = \frac{y}{b} = \frac{y}{4}$	0,7	2,8	6,3	11,1	17,4	25,0	34,0	44,4	56,3

Zusammenstellung 3.

Halbmesser m	Maſsstab Länge 1:b.n	Maſsstab Breite 1:b	$\frac{b^2 n^2 (n^2-1)}{R^2} = C$	Krümmungshalbmesser ϱ in Millimetern bei 0 (Meter Entfernung von der Bogenmitte)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	180 (Grenzwerte)	190 (Grenzwerte)	200 (Grenzwerte)
180	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2}$	0,00001970	225	230	242	263	295	336	390	457	538	635	750	884	1039	1 800 000	—	—
		$\frac{1}{4}$	0,00000489	450	452	458	468	482	501	525	554	588	627	671	721	777	450 000	—	—
190	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2}$	0,00001768	237	241	253	273	302	341	391	453	528	618	724	848	991	—	1 900 000	—
		$\frac{1}{4}$	0,00000439	475	477	483	493	507	525	547	574	604	640	682	730	784	—	475 000	—
200	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2}$	0,00001596	250	253	264	283	311	348	395	453	523	607	706	820	949	—	—	2 000 000
		$\frac{1}{4}$	0,00000396	500	502	507	516	529	547	568	593	623	658	697	741	790	—	—	500 000

Von der Gleisachse aus wird auf jeder Ordinate (nicht etwa senkrecht zur Tangente an den Kurvenpunkt!) nach oben das Maſs $\frac{s}{2b}$ nach unten $\frac{s}{2b} + \frac{s_e}{b}$ abgetragen. Die Verbindungskurven dieser Punkte ergeben die beiden Fahrkanten. Streng genommen müſste man die Spurmaſse in Richtung der Normalen auftragen. Die Abweichungen sind aber so gering (0,04 mm in Ordinate 10), daſs die Abtragung auf der Ordinate vollauf genügt. Die Achspläne der Lokomotiven werden auf einer Parallelen zur Grundlinie im Maſsstab 1 : 40 aufgetragen und die Achspunkte parallel zu den Ordinaten auf die Kurven projiziert. Stehen die Lokomotiven in der Kurve geneigt zur Grundlinie, dann erscheinen die Achsabstände vergröſsert. Streng genommen müſste man diese Schiefstellung in natürlichem Verhältnis (Längen- und Breitenmaſsstab 1 : 40) im Achsplan einbessern. Die Veränderung der Längenmaſse ist aber selbst bei der in Abb. 11, Taf. 32 dargestellten starken Schiefstellung so gering, daſs man sie praktisch vernachlässigen kann.

Der Spielraum s zwischen den Spurkränzen und Schienenfahrkanten im Gleis mit 1435 mm Spurweite ist in den Abb. 4 und 5, Taf. 32 mit 11 mm angegeben, während bisher 10 mm Spielraum angenommen wurden. Das in den T. V. § 70 angegebene Maſs von 10 mm ist zwischen der Fahrkante (14 mm unter SO) und dem Spurkranz (10 mm auſserhalb des Laufkreises) gemessen. Die tatsächliche seitliche Bewegungsmöglichkeit des Fahrzeugs ist aber gröſser und zwar nach Abb. 6, Taf. 32 zwischen senkrecht stehenden Schienen 11 mm und nach Abb. 7, Taf. 32 zwischen 1 : 20 geneigt stehenden Schienen 12 mm. Für die Kurvenbeweglichkeit der Fahrzeuge ist der tatsächliche Spielraum zwischen senkrecht stehenden Schienen (in Weichen) maſsgebend, daher ist der Spielraum von 11 mm den Abb. 6 und 7, Taf. 32 zugrundegelegt. Es sei aber darauf aufmerksam gemacht, daſs diese 11 mm nicht den kleinsten vor-

Digitized by Google

kommenden Spielraum darstellen. Da in den T. V. § 70 vorgeschrieben ist, dafs der Spielraum »mindestens« 10 mm grofs sein mufs, wird meistens angenommen, dafs dies für den gröfstzulässigen lichten Abstand der Räder von 1363 mm gilt. Tatsächlich gilt das Mafs 10 mm aber für den normalen lichten Abstand von 1360 mm. Der kleinste vorkommende Spielraum ist daher nach der vorschriftsmäfsigen Messung 7 mm und die kleinste Bewegungsmöglickkeit 8 mm. Da aber bei den Untersuchungen der Bogenbeweglichkeit das Spiel in den Achslagern, der Spielraum zwischen den Klemmplatten und Schienen und die elastische Nachgiebigkeit der Schienen und der Fahrzeuge, die alle im Sinne einer Spurerweiterung wirken, unberücksichtigt bleiben, kann auch die zulässige Abweichung des lichten Abstandes der Räder unbedenklich aufser Betracht bleiben, zumal sie bei Lokomotiven sehr selten vorkommt und dann höchstens 1 mm beträgt.

Es ist nun noch zu untersuchen, ob der Spielraum durch den sogenannten Spurkranzübergriff verkleinert wird. Der gröfste Anlaufwinkel einer Achse kommt bei der Rückwärtsfahrt der Lokomotive K (Württ.) G. 67.16 vor. Er beträgt für die letzte Achse im Bogen 140 mit 24 mm Spurerweiterung bei neuen Rädern und Schienen im Höchstfall rund 2°.

Durch Auftragung in fünffacher Vergröfserung kann man feststellen, dafs das Mafs d in Abb. 8 von e gar nicht mefsbar verschieden ist, also das Seitenspiel auch nicht verringert wird. Damit fällt auch die Notwendigkeit fort, die Vorverlegung des Berührungspunktes um $c = a - b = 40 - 25 = 15$ mm zu berücksichtigen. Merkbar werden aber die Unterschiede, wenn man prüfen will, ob auch nach höchstzulässiger Abnutzung der Schienen und namentlich der Räder das erstrebte Anlaufen mehrerer Achsen an der Aufsenschiene bei dem gewählten Achsspiel noch zutrifft. Die Vorverlegung des Berührungspunktes (c) ist hier sehr viel gröfser, zumal der Anlaufwinkel auch wächst. Berücksichtigt man aber bei diesen Untersuchungen die dauernden und elastischen Verbiegungen der Schienen und die gewöhnlich eingetretene Abnutzung der Schienenbefestigungsmittel in der Darstellnng nicht, dann ist die Verringerung des Spiels in der Regel schon ausgeglichen. Bleibt doch ein kleiner Rest, dann kann das Resultat höchstens etwas zu ungünstig ausfallen, was in diesem Falle nicht schadet. Man kann also bei allen Untersuchungen die Schiefstellung der Achsen aufser Betracht lassen.

Ein Vergleich der Abb. 2 und 3, Taf. 32 mit Abb. 4 und 5, Taf. 32 zeigt, dafs die Genauigkeit des Royschen Verfahrens sehr stark vom Mafsstab abhängt, das neue zeichnerische Verfahren dagegen nicht. Die Mafsunterschiede zwischen Abb. 2 und 3, Taf. 32 sind so bedeutend, dafs von vornherein der Mafsstab in Abb. 2, Taf. 32 als ungeeignet zu erkennen ist. Damit ist man aber auf das Abgreifen der Breiten im Mafsstab 1 : 4 (Abb. 3, Taf. 32) angewiesen, was sehr genaues Zeichnen voraussetzt oder man mufs die Bilder doppelt so grofs zeichnen. Im übrigen zeigt aber ein Vergleich der Abb. 3, Taf. 32 $\left(\text{Roy } M\,\frac{1}{4}, \frac{1}{40}, \frac{1}{400}\right)$ mit Abb. 4 und 5, Taf. 32, dafs die Abstände der Achsen II bis VII von den Fahrkanten in beiden Fällen nahezu übereinstimmen, dafs also das Roysche Verfahren für diese Achsen als genau genug bezeichnet werden kann. Für Achse I ergeben sich aber gröfsere Unterschiede. Bisher wurde allgemein der Ausschlag der Bissel- und Adamachsen durch einen Kreisbogen um den Deichselmittelpunkt und Messung des Ausschlages senkrecht zur Lokomotivachse ermittelt. Nach Abb. 3, Taf. 32 sollte der Ausschlag 90 mm grofs sein, tatsächlich mufs er aber (Abb. 4 und 5, Taf. 32) 98 mm betragen. Zweifellos war beabsichtigt, dafs in den häufig vorkommenden Bogen von 180 m Halbmesser auch noch nach einiger Abnutzung der Schienen und Spurkränze die erste und zweite Achse der siebenachsigen Lokomotive aufsen anlaufen; der Ausschlag wurde daher 95 mm grofs gewählt. Abb. 4 und 5, Taf. 32 zeigen jedoch, dafs bei diesem Ausschlag nur die Bisselachse voll aufsen anläuft, die Achse II dagegen höchstens ihre eigene Querverschiebung übernimmt, nicht aber einen Teil von den anderen Kuppelachsen. Auch an anderen Lokomotiven wurde in der Praxis festgestellt, dafs der Kreisbogen um den Deichselmittelpunkt zu kleine Ausschläge ergibt. Daher hat Prof. Baumann empfohlen, den Ausschlag in der Senkrechten zur Lokomotivachse im Achspunkt zu messen. Nach Abb. 3, Taf. 32 ergibt sich bei dieser Mefsart ein Ausschlag von 102 mm, also 4 mm mehr, als nach Abb. 4 und 5, Taf. 32. Da dieses zu grofse Mafs schwerlich als schädlich bezeichnet werden kann, ist das Roysche Verfahren im Mafsstab $\frac{1}{4}, \frac{1}{40}, \frac{1}{400}$ mit der Baumannschen Verbesserung auch für Achse I und damit für Untersuchung auch so langer Lokomotiven wie K (Württ.) in Bogen von 180 m als genügend genau anzusprechen.

Der Wert des Royschen Verfahrens verliert aber stark, wenn mehrere Fahrzeuge hintereinander untersucht werden sollen. Die Kupplung der Lok. K (Württ.) mit einem Tender in Rückwärtsfahrt ist in Abb. 9, Taf. 32 nach dem Royschen Verfahren $M\,\frac{1}{4}, \frac{1}{40}, \frac{1}{400}$ in bisheriger Zeichnungsweise (Kreisbogen), in Abb. 10, Taf. 32 nach dem Royschen Verfahren $M\,\frac{1}{4}, \frac{1}{40}, \frac{1}{400}$ in Baumannscher Zeichnungsweise (Senkrechte auf der Lokachse) und in Abb. 11, Taf. 32 nach dem neuen Verfahren $M\,\frac{1}{2}, \frac{1}{40}$ dargestellt. In Abb. 9, Taf. 32 erscheinen Lokomotive und Tender, der Wirklichkeit widersprechend, ineinandergeschoben und in Abb. 10, Taf. 32 auseinandergezogen, dagegen in Abb. 11, Taf. 32 wirklichkeitsgetreu. Der Ausschlag der Kuppelstange in Höhe des Lokomotivendes ist nach Abb. 9, Taf. 32 64 mm grofs, nach Abb. 10, Taf. 32 45 mm und nach Abb. 11, Taf. 32 42 mm. Man sieht daraus, dafs auch hier die Baumannsche Konstruktionsart einen hohen Genauigkeitsgrad hat. Er ist aber wiederum geringer, wenn man den Ausschlag der Kuppelstange zur Tenderachse in Höhe des Tenderendes mifst. In Abb. 9, Taf. 32 weicht das Mafs des Ausschlages nur um 10 % von Abb. 11, Taf. 32 ab, in Abb. 10, Taf. 32 aber 40 %. Rechnerische Nachprüfung ergibt, dafs keine der beiden Royschen Zeichnungsweisen, sondern nur das neue Verfahren genaue Werte liefert. Aus diesen Zeichnungen sind sowohl die Winkel der Kuppelstange zu Lok. und Tender, als überhaupt alle Winkel, auch die Anlaufwinkel der einzelnen Achsen, sehr leicht und zuverlässig abzulesen.

Bei kleineren Halbmessern und vor allem bei Untersuchung von Lokomotiven in Zungenvorrichtungen tritt der höhere Genauigkeitsgrad des neuen Verfahrens besonders klar in Erscheinung. Das zeigt ein Vergleich der Abb. 1 und 2, Taf. 33 $\left(\text{Roy } \frac{1}{4}, \frac{1}{40}, \frac{1}{400}, \text{ neues Verfahren } \frac{1}{2}, \frac{1}{40}\right)$, welche die Einheitslokomotive 2 C 2 (ähnlich Lokomotive T 18, nur mit 70 mm Ausschlag der Drehgestelle) in einer Zungenvorrichtung der preufsischen Weiche 140 1 : 7 darstellen. Nach Abb. 1, Taf. 33 Roy soll die Achse V bei Vorwärtsfahrt um 12 mm zwängen, tatsächlich (Abb. 2, Taf. 33) zwängt sie in günstigster Stellung der Lokomotive nur 5 mm. Man könnte nun sagen, dafs das Roysche Verfahren danach also etwas zu ungünstige Werte bringe, also keinesfalls schaden könne. Es liegt aber darin eine indirekte Gefahr: In der Praxis wird man feststellen, dass die Lokomotive ohne starke Schäden für die Zungenvorrichtung die Weiche befahren kann. Man folgert daraus, dafs eine Zwängung von 12 mm unschädlich ist und läfst sie deshalb vielleicht auch in einer Weiche mit 190 m Halbmesser zu, beispielsweise in einem gekrümmten Herzstück. Die Zeichnung nach dem Royschen Verfahren ist aber für diesen Halbmesser und für den

Digitized by Google

gewöhnlichen Bogen ziemlich genau. Die Folge davon ist, dafs man hier dann tatsächlich eine Zwängung von 12 mm erhält und damit das Gleisgestänge und die Lokomotiven zu hohen Beanspruchungen aussetzt.

Sehr auffallend treten die Ungenauigkeiten des Royschen Verfahrens auch bei Ermittlung der Pufferausschläge zwischen Drehgestellwagen in S-Bogen in Erscheinung. Nach Abb. 3, Taf. 33 $\left(\text{Roy } \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \frac{1}{1000}, \text{ also für } n = 10\right)$ ergibt sich ein Pufferausschlag von 168 + 178 = 346 mm zwischen 2 D-Zug-Wagen von 20,610 m Länge in S-Kurve 180 mit 6 m Zwischengerade, während der tatsächliche Ausschlag (Abb. 4, Taf. 33 neues Verfahren $\frac{1}{5}, \frac{1}{100}$, also für n = 20) nur 144 + 154 = 298 mm grofs ist. Die Überdeckung der 450 mm breiten Pufferscheiben ist also in Wirklichkeit fast 50% gröfser, als nach dem Royschen Verfahren zu erwarten ist. Bei S-Bogen ohne Zwischengerade ist der Unterschied noch gröfser. Für Abb. 3, Taf. 33 ergibt sich ein Pufferausschlag von 193 + 203 = 396 mm, für Abb. 4, Taf. 33 aber nur von 169 + 179 = 348 mm. Das entspricht einer fast 100% besseren Überdeckung der Pufferscheiben. Offenbar ist diese starke Ungenauigkeit des Royschen Verfahrens bei so langen Fahrzeugen bekannt, da die Pufferausschläge allgemein durch Rechnung ermittelt werden. Diese Rechnung ist aber aufserordentlich umständlich und hat den Mangel, dafs die ungünstigsten Stellungen der Fahrzeuge zueinander (Maximalausschläge) nicht mit Sicherheit festgestellt werden können. Das genaue zeichnerische Verfahren bedeutet daher eine wesentliche Arbeitsersparnis; tagelange Rechnung wird durch Zeichenarbeit von wenigen Stunden ersetzt. Weiterhin entsteht der Vorteil der besseren Vorstellung und damit des leichteren Vermeidens von Irrtümern.

Das Ergebnis des Vergleiches zwischen dem Verfahren von Roy und dem neuen zeichnerischen Verfahren kann kurz dahingehend zusammengefafst werden: sollen einzelne Fahrzeuge von mittlerer Länge in flachen Kurven untersucht werden, dann ist das Roysche Verfahren für n ≦ 10 genau genug. In kleineren Halbmessern (unter 180 m), in Zungenvorrichtungen und bei Untersuchungen langer und gekuppelter Fahrzeuge ist aber das neue zeichnerische Verfahren vorzuziehen. Da nun selbst der eingearbeitete und erst recht der ungeübte Konstrukteur sehr schwer beurteilen kann, in welchen Fällen das Royusche Verfahren genügenden Genauigkeitsgrad besitzt, wird empfohlen, das neue Verfahren allgemein anzuwenden. Es zeichnet sich — abgesehen von dem grofsen Genauigkeitsgrad und der Unabhängigkeit desselben vom Mafsstab — durch die Klarheit der Verzerrung aus. Es sind stets nur 2 Mafsstäbe vorhanden, einer für die Längen und einer für die Breiten. Der häufige und selbst älteren Konstrukteuren unterlaufende Irrtum beim Royschen Verfahren, die falsche Errechnung des dritten Mafsstabes für die Kurve, wird vermieden. Freilich hat das neue Verfahren — wie alles — auch seine Schattenseite: die Auftragung der Kurven erfordert etwas Mehrarbeit. Diese läfst sich aber durch Zuhilfenahme von Tabellen (Ausarbeitung der Zusammenstellungen 2 und 3 für alle in Frage kommenden Halbmesser) so herabdrücken, dafs sie gar nicht mehr ins Gewicht fällt, sich jedenfalls im Hinblick auf die gewonnenen Vorteile sehr wohl lohnt. So häufig werden ja die Untersuchungen nicht vorgenommen, dafs die etwaige Mehrarbeit auf die Dauer unerträglich werden könnte.

Es seien nun noch einige Beispiele für Einstellung von Lokomotiven in Gleisbögen mit verschiedener Spurerweiterung gegeben. Abb. 5, Taf. 33 stellt eine Lokomotive T 18 (Pt 37.17) im Bogen von 300 m mit Spurerweiterung s_e = 18 mm, Abb. 6, Taf. 33 in Bogen von 190 m mit s_e = 21 mm und Abb. 7, Taf. 33 in Bogen von 140 m mit s_e = 24 mm dar. Die Abb. 8 und 9, Taf. 33 zeigen die gleiche Lokomotive im Bogen von 300 m ohne Spurerweiterung und in Bogen 190 mit s_e = 6 mm. Es ist zu erkennen, dafs die Lokomotive T 18 in keinem der dargestellten Bögen zwängt. Eine Zwängung würde entstehen, wenn die erste Kuppelachse (III) an der Innenschiene anläuft. Beispielsweise würde in einem Bogen von 140 m mit 18 mm Spurerweiterung und in einem Bogen 190 ohne jede Spurerweiterung theoretisch eine Zwängung um je 0,5 mm entstehen. Tatsächlich erfolgt auch bei so geringer Spurweite noch keine Zwängung, da das Spiel in den Achslagern bei der Darstellung nicht berücksichtigt ist. Voraussetzung ist dabei naturgemäfs, dafs das Gleis ganz einwandfrei liegt. Man mufs aber mit ungenauer Gleislage rechnen, weshalb sich eine Spurerweiterung von 5 bis 6 mm im Bogen von 190 m und von 24 mm Erweiterung im Bogen 140 für Lokomotive T 18 empfiehlt. Für die freie Strecke ist für die Lokomotive T 18 in Bögen von 190 m vielleicht sogar eine Erweiterung von etwa 10 mm zu erwägen, weil freies Gleis sich leicht etwas verwerfen kann. Für Weichen, deren Bogenschienen durch die auf den gleichen Schwellen befestigten geraden Schienen versteift sind und mit Hilfe des geraden Stranges genau verlegt werden können, genügt aber eine Erweiterung von 6 mm für die Lokomotive T 18 vollauf. Mit etwaigen gleichwohl auftretenden Verwerfungen, die auch gleichzeitig eine gut sichtbare Verwerfung des geraden Stranges im Gefolge haben müfsten, braucht erst gerechnet zu werden, wenn das Gleis stark befahren ist, wenn also die Spielräume zwischen Klemmplatten, Schienen und Schwellenlöchern voll ausgenutzt und die Aufsenschienen etwas abgenutzt sind. Das bedeutet wiederum eine Spurerweiterung, also Vergröfserung des Abstandes der Achse III von der Innenschiene. Eine Gefahr der Zwängung besteht daher für Lokomotiven T 18 in Weichenbögen von 190 m mit 6 mm Spurerweiterung keinesfalls. Weichenbögen mit R ≧ 215 m Halbmesser benötigen überhaupt keine Spurerweiterung mehr für Lokomotive T 18. Abb. 8, Taf. 33 zeigt, dafs in Bögen von 300 m ohne Spurerweiterung die Achse III schon aufsen anläuft, dafs also für Lokomotive T 18 die Spurerweiterung von 18 mm (Abb. 5, Taf. 33) vollkommen überflüssig ist. Selbst wenn man in Bögen 190 eine Erweiterung von 21 mm für nötig halten sollte, ist für 300 m Halbmesser eine Spurerweiterung nicht erforderlich, da die Achse III in beiden Fällen fast gleich weit von der Innenschiene absteht. Wenn jemand behaupten würde, dafs die Spurerweiterung von 18 mm im Bogen von 300 m für Lokomotive T 18 unbedingt nötig sei, dann müfste er, um logisch zu sein, das Befahren der Bögen unter 250 m Halbmesser mit 24 mm Erweiterung durch Lokomotive T 18 überhaupt verbieten. Die Erfahrung lehrt aber, dafs auch Bögen von 140 m Halbmesser mit 24 mm Spurerweiterung von Lokomotive T 18 anstandslos befahren werden können. Voraussetzung ist dabei jedoch, dafs nicht an irgend einer Stelle des Bogens eine Spurverengung oder gar ein Knick mit gleichzeitiger Spurverengung vorkommen. Ersteres ist der Fall am mittleren Herzstück der preufsischen Doppelweiche 1:7, letzteres in den Zungenvorrichtungen aller gebräuchlichen Weichen 1:7. Abb. 2, Taf. 33 zeigt, dafs bei nur 40 mm Ausschlag der Drehgestelle, wie ihn die Lokomotive T 18 hat, eine Zwängung von 35 mm für Achse V entsteht (Darstellung nur für 70 mm Ausschlag). In der Praxis wird auch diese grofse Zwängung den Lokomotiven und dem Gleisgestänge zugemutet (Weichen 1:7 liegen sogar vor Lokomotivschuppen) und — es geht; allerdings ist die Spurweite an den Zungenspitzen kaum zu halten, man wird sich daher hüten, solche Zwängungen zu verallgemeinern. Nun könnte man einwenden, dafs die Weichen 1:7 nur mit geringeren Geschwindigkeiten befahren werden, als die Weichen mit 190 m Halbmesser, die engere Spurweiten erhalten sollen. Es ist nicht zu verkennen, dafs die Einwirkungen plötzlicher Zwängungen auf das Gleisgestänge und den Lokomotivrahmen mit zunehmender Geschwindigkeit verstärkt werden. Andererseits ist aber bekanntlich die Entgleisungsgefahr bei schnell fahrenden Lokomotiven geringer, als bei langsam fahrenden. Im übrigen gibt es in

Digitized by Google

vorhandenen, seit Jahrzehnten in Benutzung stehenden Anlagen auch Beispiele genug für Zwängungen in Bögen 190 und zwar nicht nur bei Verschiebebewegungen. So erfolgt am mittleren Herzstück der preufsischen Doppelweiche 1 : 9 eine Zwängung der Lokomotive T 18, Achse III, um 1,3 mm. Hier ist die Spurerweiterung von 15 mm gegenüber der Herzstückrille auf 5 mm verringert (Abb. 10, Taf. 33). Die Verengung erfolgt beiderseits auf 1000 mm Länge. Die innen anlaufende Achse V steht also in der Spurweite 1435 + 15 = 1450 mm, während die Achse III in der Spurweite 1435 + 5 = 1440 mm steht. Die Folge davon ist, dafs die Achse III nicht nur innen anläuft, sondern sogar das Bestreben hat, um 1,3 mm weiter nach innen zu stehen, also zwängt. Würde die Spurweite gleichmäfsig 1440 mm grofs sein, dann würde die Achse III an jeder Stelle 2,7 mm Abstand von der Innenschiene haben, also ohne Drängen durchlaufen. Die Drängung von 1,3 mm wird man mit Recht praktisch als bedeutungslos bezeichnen können, da sie allein durch das Spiel in den Achslagern, ferner durch elastische Nachgiebigkeit der Schienen und des Lomotivrahmens unschädlich wird. Es ist aber an dieser Stelle eine bedeutend gröfsere Zwängung vorhanden, nämlich für die Triebachse (IV) in der Herzstückrille. Da diese nur 49 mm weit ist und die Lokomotive infolge der gröfseren Spurweite vor dem Herzstück sehr schräg steht, wird die Triebachse mit abgedrehtem Spurkranz um 17 mm gezwängt. Dieses Herüberdrücken der Achse erfolgt noch dazu unter einem sehr steilen Winkel (etwa 9°), so dafs sie bei grofser Geschwindigkeit als harter Schlag fühlbar wird und sowohl die Herzstückschrauben als auch den Lokomotivrahmen aufserordentlich stark beansprucht. Man erkennt hieraus, dafs gekrümmte Herzstücke für 190 m Halbmesser nur dann mit Vorteil zu verwenden sind, wenn die Spurweite im ganzen Bogen gleichmäfsig verringert und aufserdem die Rillenweite im Herzstück vergröfsert und mit schlanken Einläufen versehen wird. Je gröfser der Halbmesser ist, desto kleiner kann die Rillenweite sein. Es würde zu weit führen, hier die Vorteile der vielseitigen Verwendung gekrümmter Herzstücke zu schildern. Es sei auf die Aufsätze des Verfassers, Verkehrstechnische Woche 1925, Nr. 26 bis 29 verwiesen und nur noch erwähnt, dafs inzwischen eine Gleisverbindung für 450 m Halbmesser ohne Spurerweiterung mit mehreren gekrümmten Herzstücken, sowie mehrere Weichen 190 mit 8 mm Spurerweiterung und gekrümmten Herzstücken in Betriebsgleisen verlegt worden sind und sich ganz vorzüglich befahren.

Dafs man nicht die geringsten Bedenken zu haben braucht, die Achse III der Lokomotive T 18 nahe an die Innenschiene herankommen zu lassen, geht auch aus folgendem hervor: es gibt eine Lokomotive im Bereiche der ehemaligen preufsischen Staatsbahnverwaltung, deren erste feste Achse sogar bei 21 mm Spurerweiterung im Bogen von 190 m innen anläuft. Das ist die Lokomotive S 10¹ (S. 35.17). Sie hat nach Abb. 11, Taf. 33 auch nur 40 mm Ausschlag im Drehgestell, wie die Lokomotive T 18, aber sehr grofse Achsabstände (fester Achsstand entgegen der Vorschrift 4600 mm). Steht die S 10¹ im Spiefsgang, dann wird [illegible] Achse III (bei neuen Rädern und Schienen) um 0,4 mm [illegible]wängt. Praktisch finden diese 0,4 mm ihren Ausgleich im [illegible]raum der Achsen. Auch drängt der Tender das Lokomotiv[illegible]etwas nach aufsen, also nach der Sehnenstellung zu. In [illegible]n 190 m mit gleichmäfsig 21 mm Spurerweiterung fährt [illegible] 0¹ noch ganz gut, dem Verfasser ist auch nicht bekannt [illegible]afs Strecken-Gleisbögen durch die Lokomotive S 10¹ [illegible]sprucht werden. Nun ist aber in Weichen 1 : 9 [illegible]orrichtung nur 15 mm Spurerweiterung vorhanden, [illegible]itze sogar nur 10 mm. Dazu kommt die Über[illegible]ngen, die zwar beim Fahren gegen die Spitze [illegible]gen führt, wohl aber beim Ausfahren aus [illegible]. Die Zwängung ist schon in Weichen [illegible], in Weichen 1 : 7 aber ungeheuerlich.

In Doppelweichen 1 : 9 wird der Strang, in dem das gekrümmte Herzstück liegt, überhaupt nicht um mehr als 15 mm erweitert, gegenüber dem Herzstück sogar nur um 5 mm. Die Zwängung beträgt nach Abb. 12, Taf. 33 nicht weniger als 14 mm für Achse III und 26 mm für Achse IV. Dabei sind diese Weichen nicht etwa für Lokomotiven S 10¹ verboten, sie werden sogar von geschlossenen Zügen sehr häufig befahren. Die Lokomotive S 10¹ trägt darnach offenbar vorwiegend zur Überbeanspruchung der Weichen und deren frühzeitiger Zerstörung bei, ja man mufs sie sogar als betriebsgefährlich bezeichnen. Da gibt es nur ein Mittel: Umbau der Lokomotiven S 10¹. Da nur etwa 300 Lokomotiven dieser Bauart vorhanden sind, können die Kosten nicht sehr erheblich sein. Sie lohnen sich auf alle Fälle im Hinblick auf die Schonung der grofsen Zahl der von ihr gefährdeten Weichen. Im übrigen erschliefst der Umbau dieser Lokomotivgattung die Möglichkeit, durch weitgehendste Verwendung gekrümmter Herzstücke eine bedeutend wirtschaftlichere Gleisentwicklung zu erzielen. Nach Abb. 13, Taf. 33 würde bei 58 mm Ausschlag des Drehgestelles die Lokomotive S 10¹ genau so gut in Bogen von 190 m mit 6 mm Erweiterung fahren, als mit 40 mm Ausschlag bei 24 mm Erweiterung.

Es wurde nahezu für alle Lokomotiven der Reichsbahn die Untersuchung geführt, ob sie Bögen 190 mit nur 6 mm Spurerweiterung befahren können und festgestellt, dafs die Lokomotive S 10¹ die einzige ist, welche die bisher üblichen und sogar stellenweise gröfsere Erweiterung bedingt. Geringeren Spielraum als die Lokomotive T 18 hat nur noch die preufsische Lokomotive P 8 (P 35.17), aber auch diese läuft in Bögen 190 mit 6 mm Erweiterung noch vollkommen frei und wird aufserdem durch den Tender in der Regel nach der Sehnenstellung zu gedrängt. Die P 8 befährt ferner gekrümmte Herzstücke noch besser als die T 18, es würden für P 8, wie für alle anderen Lokomotivarten, geringere Rillenweiten als für T 18 genügen. Es sei aber betont, dafs für die Untersuchungen amtliches Material nicht immer zur Verfügung stand, weshalb eine Nachprüfung durch die zuständigen Stellen zu empfehlen ist.

Zum Schlufs soll noch etwas über das zu erwartende Verhalten der Bogengleise mit geringerer Spurweite gesagt werden. Es wird oft das Bedenken geäufsert, dafs in solchen Bögen die Spurweite noch weniger zu halten ist, als es bei den bisherigen grofsen Erweiterungen schon der Fall ist. Es ist ganz selbstverständlich, dafs in Gleisbögen die Schienen auseinandergedrängt werden und zwar um so viel, als die Befestigungsmittel zulassen. Spurkranzdruck und Querverschiebungen suchen stets die Schienen von der Gleisachse zu entfernen, gleichgültig, ob Spurerweiterung von vornherein vorhanden ist oder nicht. Bäseler*) hat hierüber eine eingehende Abhandlung geschrieben. Es ist auch ganz selbstverständlich, dafs ein Gleisbogen 190 mit $s_e = 6$ mm stärker auseinander getrieben wird, als ein Bogen 190 mit $s_e = 21$ mm, wenn sie von Lokomotiven S 10¹ (nicht umgebaut) befahren werden. Sind diese Lokomotiven aber umgebaut, dann ist nicht mehr einzusehen, warum ein Gleis mit $s_e = 6$ mm stärker zur Erweiterung neigen soll, als ein Gleis mit $s_e = 21$ mm. Die Schienen kommen zur Ruhe, wenn alles Spiel in den Befestigungsmitteln ausgenutzt ist. Auf Weichholzschwellen, besonders bei senkrecht stehenden Schienen, kommt ein Gleis freilich nie zur Ruhe, weil sich die Unterlagen in das Holz einarbeiten — z. T. einseitig — und die Schwellenschrauben im Holz nachgeben. In stark gekrümmten Gleisbögen und ganz besonders in Weichen (senkrecht stehende Schienen!) ist daher die Eisenschwelle das geeignetste Mittel zur Verhütung grofser Spurerweiterungen. Weichen auf Holzschwellen sind zudem sowohl in der Anschaffung, als auch in der Unterhaltung teurer; es wäre daher zu begrüfsen, wenn sie vollkommen verschwinden würden.

*) Spurerweiterung oder nicht? Z. d. V. d. E. 1926, Nr. 8 bis 13.

Digitized by Google

Fortschritte im Eisenbahnbau in der neuen Türkei.

Von Ing. Carl Laegel, Mannheim, z. Zt. Samsoun am Schwarzen Meer.

Die Türkei hat sich von der Stufe eines unter Vormundschaft stehenden Staates, nach planmäfsig durchgeführter Säuberung ihres Landes von Feinden aller Art und durch rastlose Arbeit, Energie und Ausdauer auf eine Höhe emporgearbeitet, die es ihr heute ermöglicht, ohne ausländische Hilfe ihre Eisenbahnen in Eigenunternehmung zu bauen. Nur ganz vereinzelt werden noch Teilstrecken oder kleinere Bauten an europäische Firmen abgetreten. Noch bis Kriegsschlufs war es, mit Ausnahme der Hedjasbahnen, die Regel, das Türkische Eisenbahnnetz nur durch berufene, fremde Firmen ausbauen zu lassen, ein Umstand, der reichlich türkisches Geld ins Ausland hat fliefsen lassen. Die neue Türkei hat jetzt auch in Bezug auf Bahnanlagen volle Selbständigkeit erlangt, eine Lage, zu welcher Freunde der republikanischen Türkei sie beglückwünschen, gewisse ausländische Staaten sie beneiden oder mit scheelen Augen betrachten. Dessen ungeachtet wird flott darauf losgebaut, wie es in folgenden Schilderungen zum Ausdruck kommt:

Der Bau der Vollspurbahn Samsoun-Sivas von etwa 400 km Länge schreitet emsig vorwärts. In etwa einem Monat soll Bahnhof Kawak, etwa 49 km, für den Personen- und Frachtverkehr freigegeben werden. Man bemerkt allenthalben regen Fleifs und lobenswerte Erfolge und Fortschritte in allen Arbeitsgebieten, so dafs auch die Gleisspitze von Tag zu Tag weiter ins Landinnere voreilt. Die Kunstbauten bis 49 km, wie steinerne Brücken und die Aufstellung von zwölf Stück Eisenbrücken von der »Guten Hoffnungs-Hütte« sind fertig, so dafs man bei der derzeitig aufs Höchste gesteigerten Arbeit damit rechnet, die Bauten vor Anbruch des hier spät einsetzenden strengen Winters beendigen zu können. Der Durchstich des Tunnels Nr. 12 auf 18 km am Schahin Kaya (Fels des Falken), wo sich das Bauprogramm infolge des harten Gesteins unter Vorkommen von Silex verzögerte, hat grofse Unkosten verursacht. Es wurden zum Bohren elektrische Maschinen unter Wassereinspritzung verwandt. Stellenweise ist es vorgekommen, dafs für Bohrlöcher von nur 1 m Tiefe bis 40 mal der Bohrer gewechselt werden mufste. Unter den gegebenen Umständen ist nur ein schrittweises Vordringen in den Berg möglich gewesen, doch schliefslich war durch Ausdauer und Tag- und Nachtarbeit der »Falkenhorst« bezwungen. Es waren zuvor einige Stimmen laut geworden, der Meinung, es sei ein Unding, gegen dieses harte Gestein weiter anzukämpfen. Baudirektor Ata Bey liefs jedoch nicht locker. Er ging tagelang nicht von der Stelle und war auch selbst nachts im Tunnel. Bei seiner Abwesenheit vertrat ihn am Bauplatze sein Stellvertreter Ihrahim Bey mit der gleichen Umsicht und Anfeuerung der Bohr- und Sprengkolonnen, bis das letzte, den Tunnel unter versperrende Gestein durch Dynamit zur Strecke gebracht war. Von Baulichkeiten ist auf Bahnhof Samsoun das Verkehrsbüro dem Dienst übergeben. Übrige Bauten, wie Räume für das technische Konstruktionsbüro und für den Bahnunterhaltungsdienst bestimmt, sowie einige Beamtenwohnungen, sind bis auf die Schreinerarbeiten fertiggestellt; auch der aus Eisenbeton erstellte etwa 60 m³ fassende Behälter der Wasserversorgungsanlage ist fertig. Die Erd- und Dammaufschüttungen hart an den Ufern des Schwarzen Meeres, die Gleisanlagen mit 16, auf eiserne Schwellen gebetteten Starkweichen, wozu jetzt noch eine Doppelkreuzungsweiche hinzukommt, sind beendet. Die für die Wasserversorgung bestimmten Rohrleitungen werden z. Z. in den Boden verlegt. Eine in Ziegelmauerwerk, Beton und Eisenbeton, erbaute Betriebswerkstätte mit Kesselschmiede wird z. Z. mit von Maffei in München gelieferten Werkzeugmaschinen neuester Ausführung (elektrischer Einzelantrieb) bestückt. Eine Achssenkgrube gestattet ein rasches Aus- und Einbinden heifs- oder scharfgelaufener Lokomotiv- und Wagenräder. Zu obigen Werkzeugmaschinen sollen später noch die in unserer Behelfs-Bauwerkstätte vorhandenen, s. Z. in Konstantinopel aufgekauften Maschinen hinzukommen. Ferner wird z. Z. über den Ankauf einer Lokomotivachsdrehbank ganz neuzeitlicher Bauart von etwa 30000 kg Gewicht, 1100 mm Spitzenhöhe für ausschliefslich elektrischen Antrieb (etwa 32 PS) mit beiderseitigen Schablonensupporten ausgerüstet, verhandelt. Die Betonfundamente für unsere erste Lokomotivdrehscheibe von 20 m Nutzlänge sind im Bau. Die Drehscheibe soll durch die Bahn selbst, d. h. ohne Mithilfe eines Firmenrichtmeisters aufgestellt werden, ebenso die erste Brückenwage von 40000 kg Tragkraft. Alle diese Aufgaben wird die Bauwerkstätte mit der nötigen Sorgfalt und Genauigkeit erledigen können, zumal genaue Einbauzeichnungen und -Vorschriften zur Verfügung stehen.

Grofser Wert wird z. Z. auf die Verlängerung einer bestehenden, jetzt zwar noch kurzen Landungsbrücke aus Beton- und Eisenfachwerk gelegt, die sich etwa 150 m ins Meer hinaus erstrecken soll, um Seeleichtern bei genügender Wassertiefe die Möglichkeit des Ein- und Ausladens zu geben. Auch hier hat sich die Bauleitung das Ziel gesetzt, die ihr gestellte Aufgabe nach Möglichkeit rasch und gewissenhaft zu erledigen, ein, bei den periodisch in dieser Windecke stark tobenden oder plötzlich aufspringenden Stürmen des Schwarzen Meeres, wirklich schwieriges Problem. Bisher hat eine Wiener Wasserbaufirma vergeblich versucht, Herr der Lage zu werden, so dafs schliefslich nach Monaten verlorener Zeit die Arbeiten eingestellt wurden, weil schwere Seen und Brandung zweimal die massiven Betonblöcke durchgebrochen hatten. Jetzt baut die Bahn diese Brücke selbst weiter, soweit möglich unter Verwendung von gerammten Differdinger Stahlträgern und Eisenbahnschienen mit darauf ruhendem Eisengerüst, mit Steinschüttung und Felsbettung an der Wetterseite.

Abb. 1.

In der derzeitigen Bauwerkstätte, die dem Lokomotivdienst untersteht, wird Tag und Nacht fieberhaft gearbeitet und durch pünktliche Ablieferung der eingehenden Bestellungen viel zum regen Fortschritt des Bahnbaues beigetragen.

Eine weitere schwierige Arbeit gewärtigt der Eisenbahnfachmann beim endgültigen Durchstich der Karadagh-Tunnels auf 65 km in Längen von etwa 600 und 400 m. Seit Monaten arbeitet man eifrig an diesen Tunnels der »schwarzen Berge«, wie sie in der deutschen Übersetzung heifsen. Beim zweiten Tunnel Nr. 19 ist man auf ganz besondere Bauschwierigkeiten

Digitized by Google

gestofsen. Dieser Kunstbau ist die schwierigste, bisher bei diesem Bahnbau festgestellte Bauvornahme wegen des äufserst druckhaften Gebirges. Der Durchstich ist an beiden Enden begonnen worden und liegt in Händen eines bewährten Eisenbahnfachmannes, Obering. Reinhard. Mit Rücksicht auf die geschilderten ungünstigen Gebirgsverhältnisse wird die Befahrbarkeit (Tunnel Nr. 19) kaum vor Anfang des nächsten Jahres (1927) zu erwarten sein; dazu käme noch das Ausmauern vor der endgültigen Freigabe für den Betrieb, so dafs mit einer gröfseren Verzögerung des Bauprogrammes dieses Bauloses, das die Bahn als Eigenunternehmerin ausführen läfst, mit Sicherheit zu rechnen ist.

Unter dem Drucke dieses sogenannten «Klebenbleibens« der Bahnarbeiten an genanntem Tunnel Nr. 19 hat die Bauleitung den Entschlufs gefafst, Studien zu machen, ob es die Steigungsverhältnisse erlauben, eine Umgehungsbahn von mehreren Kilometern anzulegen, um mittels einer regelspurigen Reibungsbahn den Karadagh-Tunnel zu umfahren und so das Schienen- und Schwellenmaterial bis an das zukünftige Ausfahrtende des Tunnels in Richtung Sivas zu bringen. Dadurch könnte hinter Tunnel 19 dann flott und ungehindert weitergebaut werden, auch im Falle sich die Fertigstellung des Tunnels noch weiter verspätet, als bereits angenommen werden mufste. Die vorgenannten Messungen und Berechnungen haben ergeben, dafs

Abb. 12. Viadukt hinter Tunnel Nr. 17 bei Itschme—Su.

die Umgehungsbahn mit einer Höchststeigung von 38:1000 und Einschaltung zweier sogenannter Erholungssäcke noch ausführbar ist. Rechnerisch sind auch unsere 3/3 gekuppelten, mit Luftdruckbremsen ausgestatteten Baulokomotiven von 44 t Dienstgewicht und 6 t Schienenballast bei etwa 26 000 kg auf die Räder wirkenden Bremsdruckes (= 60 % des Reibungsgewichtes der Lokomotive) noch in der Lage, mit einem Vierachser-Schienenwagen von 17 t Eigengewicht und 52 t Gesamtgewicht, unter Streuung trockenen Sandes die Strecke bei geringer Geschwindigkeit zu bewältigen. Bei Talfahrten, wo jeweils der sogenannte Erholungssack in der Bahn ausgenutzt werden kann, wenn bei glitschigen Schienen die Zuggeschwindigkeit etwa 8 km in der Stunde überschreiten sollte, würde der Zug nach Durchlauf des errechneten und hierfür günstig lautenden Bremsweges zum Halten kommen. Vorbedingung zum Gelingen dieses Unternehmens ist, dafs dem Personal eingeschärft wird, die Geschwindigkeit von 8 km in der Stunde nur in äufsersten Fällen zuzulassen, damit es bei der Talfahrt die Macht über den Zug nicht verliert. Zur Sicherheit kann eine Luftgegendruckbremse — System Riggenbach — in die Lokomotiven eingebaut werden, die sich auf der Eisenbahnlinie Blankenburg-Tanne, der steilsten Reibungsbahn Deutschlands, aufs beste bewährt. Die Zugkraft der Lokomotive, bei voller Füllung = 7600 kg, bei mittlerer Füllung noch über 4000 kg am Zughaken gemessen, genügt, um einen Drehgestellwagen (Vierachser) von 52 t Gesamtgewicht den Berg von 38:1000 Steigung noch hinaufzuschleppen, so dafs die Ausführbarkeit der Umgehungsbahn des Karadagh-Tunnels durch die angeschlossenen Studien und Berechnungen feststeht. Bei der Verwirklichung dieser Umgehungsbahn von nur einigen Kilometern Länge wird die programmäfsig vorgesehene Eröffnung des Bahnhofs Amasia, auch durch die schwierigen Tunnelarbeiten am Karadagh, nicht verzögert, weil hinter dem Tunnel 19 bereits seit Monaten mit grofser Arbeiterzahl bis über Amasia hinaus an der Ausführung des Bahndammes gearbeitet wird. Hiernach ist die Möglichkeit einer Eisenbahnfahrt im neuzeitlich gebauten Fahrzeug in der 1., 2. und 3. Wagenklasse in greifbare Nähe gerückt. Das überaus erhebende, landschaftlich schöne Gelände erinnert an vielen Punkten an die das Taurusgebirge durchquerende Bagdadbahn. Für die Zukunft wird sich für den Naturfreund eine Bahnfahrt vom Schwarzen Meer — Hafen Samsoun bis Amasia — entschieden lohnen.

Unter der persönlichen und unsichtigen Leitung des türkischen Baudirektors, Ata Bey, leistet sein technischer Stab und die übrigen Beamten und Arbeiter von der Baudirektion der Linie Samsoun-Sivas ihr Äufserstes. Das Unternehmen wird von der Generaldirektion in Angora, an dessen Spitze Generaldirektor Djevdet Bey steht, überwacht und unter Kostendeckung durch die Regierung finanziert. Die Generaldirektion untersteht dem Minister für öffentliche Arbeiten, dessen Verweser Behitsch Bey, der bisherige Generaldirektor der Anatolischen- und Bagdadbahnen, sich in Haidar Pacha verdient gemacht hat und ganz neuerdings auf den Posten nach Angora als stellvertretender Minister berufen worden ist.

An tüchtigen türkischen Autoritäten auf dem Gebiete des modernen Eisenbahnbaues ist die Zahl in der neuen Türkei zwar noch nicht grofs; die Namen einiger hier aufgeführter Fachleute, wie Generaldirektor Djevded Bey, Baudirektor Ata Bey (Bau Samsoun-Sivas) und Baudirektor Jzzeo Bey (Bau Angona-Sivas), (alle drei waren s. Z. beim Bau der Hedjasbahn unter Leitung von Exzellenz Meissner Pascha beschäftigt) bürgen dafür, dafs ein sicheres Gelingen der festgesetzten Ziele erreicht werden kann. Ein Nachwuchs von brauchbaren einheimischen Eisenbahn-Ingenieuren ist zu erwarten, da viele jüngere Herren, die auf technischen Schulen studiert haben, sich neuerdings mit grofsem Eifer dem Nachstudium des Bahnbaues widmen. Wo Not an Mann ist, stellt die türkische Regierung vereinzelt auch deutsche Ingenieure wieder ein, die durch ihre vorkriegszeitliche Betätigung bei den Anatolischen-, Bagdad- und Hedjasbahnen im Lande bekannt sind. An türkischen Werkmeistern und Werkstättenvorstehern, wie auch Lokomotivführern, verfügt die neue Türkei heute über ein Anzahl Leute, die von der Pike auf gedient haben und an Praxis ihren europäischen Kollegen in nichts nachstehen. Unter diesen günstigen Verhältnissen wird es mit den Jahren möglich sein, nach und nach auch im Eisenbahnbau das zu erreichen, was in Europa fachtechnisch in der Bahnbaukunst errungen wurde. Es herrscht heute in der republikanischen Türkei ein neuer Geist. Was früher auf Grund besonderer Vorurteile als durchaus unausführbar gegolten hatte, ist sozusagen über Nacht Gesetz geworden, dank der eisernen Faust der Regierung in Angora und nach dem alten Grundsatze, dafs da, wo ein Wille ist, auch ein Weg sei. Und ein Wille ist vorhanden, gepaart mit Nationalstolz. Das sind Hauptsymptome und Triebkräfte für die heute aufstehende republikanische Türkei, die sie zum wirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Wiederaufstieg führen werden, kraft eines systematisch und vom Auslande unabhängig durchgeführten Eisenbahnbauprogrammes.

Digitized by Google

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Altes und Neues vom Gefüge und Verschleifs der Eisenbahnschienen.

(Aus einem Vortrag von Hofrat Ing. Dormus, Wien.)

Die Studien der vormaligen Kaiser-Ferdinands-Nordbahn (Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1896 und 1898) waren die erste grundlegende Arbeit auf dem Gebiete technischer Forschung, die es ermöglicht, Aufschlufs zu geben über die Ursachen der verschiedensten Formen des Schienenverschleifses. Den Anlafs zu diesem Studium haben die zahlreichen Schienenbrüche der älteren Lieferungen gegeben, die nicht selten von schweren Unfällen begleitet waren, sowie der angeblich geringe Verschleifswiderstand der neueren Schienen, besonders der aus basischem Stahl. Seither hat die Zahl der Schienenbrüche bedeutend abgenommen, an welchem Erfolge neben dem Fortschritt der Eisenhüttentechnik auch die sachgemäfsere und sorgfältigere Durchführung des technischen Übernahmsdienstes, sowie auch die bessere Erhaltung des Oberbaues ihren Anteil haben. An den Grundformen des Grobgefüges hat der Fortschritt nichts geändert, dahingegen an der räumlichen Ausdehnung seiner Teile, der Rand- und Kernzone.

Die vergütende Wirkung des Walzendruckes scheint vornehmlich darin zu bestehen, dafs er die Bildung groben Kornes verhindert. Der vorteilhafte Einflufs einer nicht zu hohen Temperatur der Schiene beim Verlassen des Schlufskalibers auf ihren Verschleifswiderstand, das Kaltwalzen derselben ist zwar erwiesen, doch noch wenig studiert.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat schon 1877 mit der Anlage von Versuchsgleisen begonnen, die auf ihre Ergebnisse aufgebaute Schienenstatistik jedoch laut Beschlufs aus 1909 aufgelassen, da wenig Aussicht dafür bestand, zu einem brauchbaren Ergebnis zu gelangen. Hauptursache war die Nichtberücksichtigung der Verunreinigungen des Stahls bei seiner Erprobung. Die Verwaltungen der vormaligen Kaiser-Ferdinands-Nordbahn, sowie auch der Österr. Staatsbahnen haben bei Anlage der Versuchsgleise für eigene Zwecke diesen Fehler nicht begangen und sind solcherart zu brauchbaren Ergebnissen gelangt. Darnach wächst der Widerstand des basischen Martinstahls gegen Abnutzung im Eisenbahnbetriebe annähernd proportional mit seiner Zugfestigkeit, und zwar in dem Mafse, dafs bei einer Erhöhung derselben um 20 kg/mm² der Abnutzungswiderstand verdoppelt wird. Thomasschienen scheinen bis zu einer Zugfestigkeit von annähernd 75 kg/mm² demselben Gesetze zu folgen. Darüber hinaus liegen verläfsliche Nachweise nicht vor.

Annähernd 70% der Weltproduktion an Schienen besteht aus basischem Martinstahl.

Zum Schlusse besprach der Vortragende das Schleifverfahren des Vorstandes der Innsbrucker Laboratorien der Österr. Bundesbahnen, Oberbaurat M. Spindel, das auch der Vorausbestimmung des Abnützungswiderstandes der Schienen dienen soll.

Die mitgeteilten Ergebnisse, so insbesondere, dafs Bessemerschienen mit 45 bis 50 kg/mm² Zugfestigkeit einen gröfseren Widerstand gegen Abnutzung aufwiesen, als die an ihre Stelle verlegten Martinschienen mit einer Mindestfestigkeit von 65 kg/mm² und einer in einzelnen Fällen erreichten Festigkeit bis zu 76 kg/mm², sind mit den Ergebnissen des Eisenbahnbetriebes nicht in Einklang zu bringen.

Überwachung des Gleiszustandes auf den Eisenbahnen Nordamerikas.

Ein Aufsatz in „Engineering and Maintenance" betrifft die Benützung von Gleisuntersuchungswagen. Er zeigt, wie praktisch die Amerikaner die Sache anzugreifen und lebhaftes Interesse dafür zu erwecken verstehen. Einmalige höhere Kosten werden dabei nicht gescheut, wenn sie sich nur später bezahlt machen.

Der Gleisuntersuchungswagen, der an der Eriebahn verwendet ist, erinnert in seinem Äufseren an einen gewöhnlichen Dienstwagen. Er hat genügenden Raum für die Beobachtungsvorrichtungen, sowie für Beobachter und Bedienstete.

Die Messung der Spurweite erfolgt durch ein Rollenpaar, das vor der letzten Wagenachse läuft. Das Rollenpaar ist durch eine aus zwei Hälften zusammengesetzte Achse mit zwischengeschalteter Federung verbunden. Die Radkränze dieser Rollen stemmen sich gegen die Schienen. Da die Rollen beim Durchlaufen von Weichen, Wegkreuzungen usw. beschädigt werden könnten, so wird der ganze Radsatz vor solchen Stellen mittels Prefsluft gehoben. Ein Beobachter auf der Maschine gibt mit elektrischer Glocke das Zeichen der Annäherung an solche Stellen. Die Überhöhungen werden mittels im Wagen aufgehängter Pendel gemessen. Eingefahrene Stöfse werden nach Schaulinien aus der Senkung der mittleren Achse eines dreiachsigen Gestells gegenüber den beiden Aufsenachsen gemessen.

Die Schaulinien der Spurweiten, Überhöhungen, der eingefahrenen Stöfse werden auf einem Papierstreifen aufgezeichnet, der auf einer Trommel aufläuft. Eine Reihe von Federn schreibt auf dem Streifen Linien, der sich dabei um 12 Zoll verschiebt, wenn der Wagen eine Meile durchläuft. Der Mafsstab der Aufzeichnung der Spurweiten und Überhöhungen ist 1 : 2, der der eingefahrenen Stöfse 1 : 1, Gewöhnlich wird bei den Beobachtungen mit 35 Meilen/Stunde Geschwindigkeit gefahren. Aufser dem Schaubild, das auf dem Streifen verzeichnet wird, wird durch einen elektrischen Zähler noch die Anzahl der Stöfse, die über ein gewisses Mafs eingefahren sind, verzeichnet.

Mit dem Verfahren üben die Amerikaner eine ständige Streckenkontrolle aus. Diesem Zwecke dient ein auf der Eriebahn eingerichtetes Belohnungssystem. Eine jährliche Feststellung des Streckenzustandes dient als Grundlage der Beurteilung der guten Streckenunterhaltung. In den Dienstwohnungen der Vorarbeiter, die ausgezeichnet wurden, werden besondere Zeichen der Anerkennung ausgehängt und dies erhöht den Ruf dieser Bediensteten. Die Belohnung erfolgt teils auf Grund der Aufzeichnungen des Gleisuntersuchungswagens, teils auf Grund einer örtlichen Besichtigung des Gleises zur Beurteilung der Beschaffenheit des Untergrundes, des Unterstopfungs- und Entwässerungszustandes u. a. — Berücksichtigt werden weiter die auf die Gleiserhaltung aufgewendeten Kosten. Im Jahre 1908, als das erstemal Schaubilder mit dem Gleisuntersuchungswagen abgenommen wurden, war ein Drittel aller Stöfse eingefahren. Im Jahre 1921 kam auf vier Meilen nur mehr ein eingefahrener Stofs, 1923 auf 14 Meilen und 1925 auf 77 Meilen. Die Inspektion Marion und Chicago verzeichnete 1925 gar nur mehr einen eingefahrenen Stofs auf 246 Meilen Gleis. Die Anzahl der Preise ist nicht sehr grofs. Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

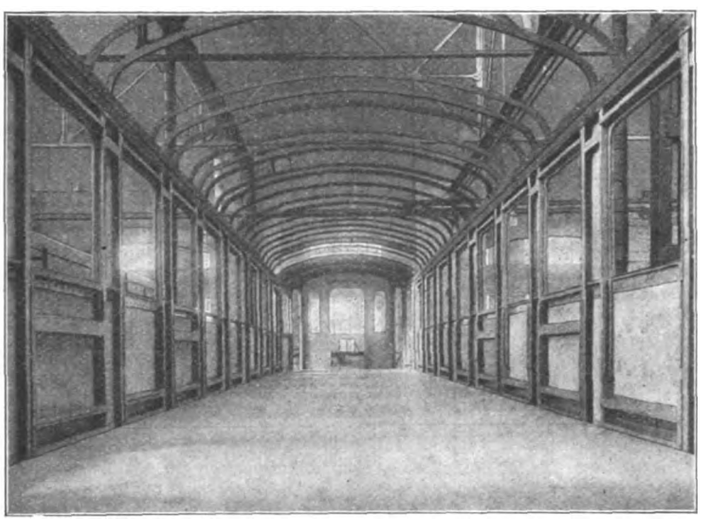
D-Zugwagen für die Ostkusbanars Aktiebolag Gävle.

Auch bei den Schwedischen Eisenbahnen beginnt man, sich allmählich den Bahnwagen eiserner Bauart, bei denen alle lastübertragenden Teile des Kastengerippes und Untergestelles aus Stahl gefertigt sind, zuzuwenden. In Schweden befinden sich die Eisenbahnen zu etwa 1/3 in Staats-, zu 2/3 in Privatbesitz. Es bestehen etwa 30 Privatgesellschaften. Eine neue Gesellschaft hat sich für den Bau und Betrieb einer Regelspur-Linie Gävle—Söderhamm—Hudiksvall Sundsvall—Hernösand gebildet, die 300 km lang ist und an der Ostküste Schwedens verläuft. Zur Zeit sind hiervon 80 km ausgebaut und der Betrieb soll mit 18 D-Zugwagen II./III. Klasse und 30 zweiachsigen Personenwagen III. Klasse in eiserner Bauart erfolgen, von denen die Hälfte von der Gothaer Waggonfabrik geliefert werden. Der erste D-Zugwagen ist fertiggestellt und abgenommen. Der Wagen ist ein durchaus neuer Entwurf, da nur ein schwedischer Wagen in hölzerner Bauart als Vorgang diente und der deutsche eiserne D-Zug-Einheitswagen wegen der abweichenden Abmessungen und Raumteilung nicht zu übernehmen war. Immerhin ist der Aufbau in Anlehnung an die deutsche Bauweise erfolgt. Die Hauptabmessungen des Wagens sind:

Ganze Länge des Wagens über Puffer . . .	21 150 mm
Drehzapfenabstand	14 200 „
Drehgestell-Radstand	2 400 „
Gröfste äufserste Wagenbreite	3 130 „
Gröfste Höhe des Wagens über S. O. . . .	3 882 „
Seitengangbreite	841 „
Gewicht des Wagens	39 200 kg.

Digitized by Google

Der Wagen ist zur Hälfte in Einzelabteile II. Klasse mit gemeinsamem Seiteneingang und in zwei Räume III. Klasse für Raucher und Nichtraucher geteilt. In II. Klasse sind 24 Sitze, in III. Klasse 48 Sitzplätze vorhanden. Der Wagen hat Tonnendach mit Rammblechen an den Enden und Wendlerlüftern, herablafsbare Doppelfenster in zusammengefalzten Teakholzrahmen mit Rathgeberscher Scherenspreize. Zu besonderem Wärmeschutz ist die Holzverkleidung im Boden, im Dach und in den Seitenwänden mit einer Isolierschicht belegt, die aus imprägnierten Papiertafeln besteht, zwischen denen eine seegrasähnliche Masse eingelegt ist. Diese Isolierung ist amerikanischen Ursprungs und mufste auf Wunsch der schwedischen Gesellschaft verwendet werden. Der Wagen ist mit normalen Zug- und



Kastengerippe zum D-Zugwagen für die Ostkusbanars Aktiebolag Gävle.

Stofsvorrichtungen, Luftdruckbremse Kunze-Knorr, aber auch mit einer Hardy-Leitung, elektrischer Beleuchtung der Gesellschaft Brown, Boveri & Co. mit Dynamo und Akkumulatorenbatterie und mit reichlich bemessener Dampfheizung System Pintsch ausgestattet. Die Drehgestelle sind solche der schwedischen Staatsbahnbauart mit weitgehender Verwendung von Stahlgufs für die Querträger.

Die Innenausstattung des Wagens ist in sorgfältiger Farbenabstimmung gehalten. Die Abteile II. Klasse haben weifse Decke, cremfarbige Ledertapete an den Seitenwänden, in gleicher Farbe gehaltene Wollgardinen an den Fenstern, braune Lederpolsterung und auf die Farbe des Teakholzes abgestimmte Velourteppiche. In jeder Ecke der Abteile befindet sich eine für sich ausschaltbare elektrische Leselampe, an der Decke eine Lampe für Allgemein-Beleuchtung. Die Abteiltüren sind als doppelflügelige Schiebetüren ausgebildet. Auch in III. Klasse ist die Decke weifs, die Täfelung der Wände ist besonders gut in den Füllungen abgetönt, überall ist für reichliche und bequeme Gepäckablage gesorgt. Das Äufsere der Wagen ist in moosgrünem Farbenton mit gelben Zierlinien und gelben Aufschriften für Klassen und Eigentumsbezeichnung gehalten.

Die zweiachsigen Personenwagen III. Klasse werden zum Teil mit Post- und Gepäckabteil versehen und erhalten 60 Sitzplätze.

Przygode.

Wasserkammern Bauart Nicholson für Lokomotivfeuerbüchsen*).

Im Lokomotivbau besteht das Bestreben eine grofse, unmittelbar vom Feuer berührte Heizfläche zu erzielen, um die günstigste Wärmeübertragung, nämlich die durch Strahlung, in möglichst hohem Mafse auszunützen. Bei Kesseln mit tiefen, langen Feuerbüchsen kann diese unmittelbare Heizfläche den 5,5 bis 6fachen Wert der Rostfläche erreichen. Neuzeitliche, leistungsfähige Lokomotiven verlangen eine so grofse Rostfläche, dafs der Rost aus baulichen Gründen vielfach über dem Rahmen angeordnet und in die Breite entwickelt werden mufs. Dadurch sinkt jedoch die unmittelbare Heizfläche auf das 3,8 bis 3,0fache der Rostfläche.

Eine künstliche Vergröfserung der vom Feuer unmittelbar berührten Heizfläche wurde früher schon mehrmals, wenn auch mit wenig Erfolg, versucht. Am längsten hält sich die Verwendung von Wasserrohren, die gleichzeitig den Feuerschirm tragen. Seit 1918 ist in den Vereinigten Staaten eine Neukonstruktion, die Wasserkammer nach Bauart Nicholson, im Gebrauch, die sich gut bewährt. Grundbedingung für den Erfolg ist eine hochentwickelte Schweifstechnik. Diese Wasserkammern sind dreieckige, taschenförmige Gebilde, die wie Falten von der Feuerbüchsdecke in den Feuerraum herabhängen. Bis auf die Deckenbefestigung sind die Wasserkammern allseits vom Feuer umgeben. Die herabhängende Spitze läuft in ein Rohr aus, das durch eine gewellte Platte mit der Feuerbüchsrohrwand verbunden ist. Ein Wulst an der Tasche dient gleichzeitig zum Tragen des Feuerschirmes. Die Wasserkammern werden aus einem Stück gebogen und an einer Kante verschweifst. Die 76 mm voneinander entfernten ebenen Seitenflächen sind gegenseitig durch Stehbolzen versteift.

Zum Einbau wird aus der Feuerbüchsdecke ein rechteckiges Loch von 300 bis 330 mm Breite ausgeschnitten und der Flansch der Wasserkammer mit der Decke verschweifst. Auch die Befestigung der Rohrspitze in der gewellten Platte und mit dieser in der Feuerbüchsrohrwand erfolgt durch Schweifsen. Je nach der Breite der Feuerbüchse werden eine bis drei solcher Wasserkammern eingebaut.

Neben der Vergröfserung der Feuerbüchsheizfläche bedingt die Wasserkammer infolge des geringen Durchflufsquerschnittes und der hohen Wassergeschwindigkeit in ihr auch eine allgemeine Verbesserung des Wasserumlaufs, der bei Lokomotivkesseln ziemlich träge ist. Der Wasserstand über der Feuerbüchsdecke erhöht sich und es wird dadurch ein Ausglühen der Feuerbüchswände erschwert. Die Ablagerung von Kesselsteinbildnern in der Tasche wird durch die rasche Strömung verringert.

Laut Nachrichten aus Amerika sind mit diesen Wasserkammern Leistungssteigerungen bis 15% festgestellt worden; die Unterhaltungskosten sollen sehr niedrig sein; die Gewichtsvermehrung ist verhältnismäfsig gering.

Die Deutsche Reichsbahn hat sich bereits zu Versuchen mit Nicholsonschen Wasserkammern entschlossen. Die Kupferschweifsung dürfte keine Schwierigkeiten mehr bieten; aufserdem kann die Wasserkammer mit der Feuerbüchse auch durch Vernieten verbunden werden.

G. H.

(Z. d. V. D. I., Nr. 18, Mai 1926.)

*) S. auch Organ 1923, S. 189.

Schneeschleudern in Schweden.

Eine der gröfsten Schwierigkeiten, mit denen der Verkehr auf der schwedischen Riksgränsbahn nördlich des Polarkreises zu kämpfen hat, ist die Freihaltung der Strecken im Winter. Die Bahn läuft auf etwa 450 km grofsenteils durch reine Ödmarkungen. Wenn unter einem heftigem Schneesturm meterhohe Schneewehen sich innerhalb ein paar Stunden über dem Gleis auftürmen, so ist mit Menschenkraft nichts zu machen, auch abgesehen davon, dafs in diesen unwirtlichen Gegenden kein Mensch aufzutreiben ist. Man hat sich daher auf Maschinen eingerichtet und diese immer mehr vervollkommnet. Das Neueste sind zwei Schneeschleudermaschinen, die die allgemeine schwedische Elektrische A. G. 1925 für die Riksgränsbahn lieferte (siehe Abb. 1 bis 4). Es sind dies vermutlich die einzigen auf der ganzen Erde, die für elektrischen Betrieb ausgeführt wurden. Der Grundgedanke ist, dafs der Schnee mittels eines rotierenden Schaufelrades mit dem Fortschreiten der Maschine seitlich aus dem Gleis geworfen wird. Das Schaufelrad mit zugehörigem Motor und sonstigen maschinellen Einrichtungen ist mit Führer- und Maschinenraum auf einem Wagen aufgebaut. Der Wagen ruht auf zwei Güterwagendrehgestellen und hat einen Achsdruck von 16,5 t am vorderen und 10,5 t am hinteren Drehgestell. Die Schneeschleuder hat keinen eigenen Antrieb, sondern wird durch eine elektrische Lokomotive geschoben, die von dem Führerraum in der Schneeschleuder aus bedient wird. Der Motor, ein Einphasenkollektormotor mit Hauptschlufswicklung, für das Schleuderrad hat eine Stundenleistung von 565 PS und kann vorübergehend bis nahe an das doppelte Drehmoment überlastet werden. Es handelt sich also um verhältnismäfsig grofse Leistungen.

Am vorderen Ende der Schneeschleuder ist der Schleuderradmantel befestigt. Seine Vorderwand ist aus 15 mm starkem Blech gebildet. Nach oben ist der Mantel zu einer Öffnung für das Auswerfen des Schnees ausgezogen, die so verstellt werden kann, dafs der Schnee nach jeder der beiden Seiten und innerhalb der beiden

Digitized by Google

Grenzlagen unter jedem beliebigen Winkel hinausgeschleudert werden kann. Der Radmantel erweitert sich nach vorne und ist in zwei Seitenschirme ausgezogen, die beim Gang durch den Schnee die Form des Ladeprofils ausschneiden. Der untere Teil des vorgezogenen Teiles des Mantels liegt wagrecht und ist mit einem V förmigen Ausschnitt ausgeführt und mit einer Schiene von hartem Stahl beschuht. Das Gehäuse ist wagrecht geteilt, so dafs die obere Hälfte zum Ausbringen des Rades abgehoben werden kann.

Das Schleuderrad besteht aus zehn tütenförmigen Zellen. Die schief abgeschnittenen Spitzen sind an einem die Nabe umgebenden Hohlkörper aus Stahlgufs befestigt. Sie sind nach vorn der ganzen Länge nach offen. Die Öffnung wird teilweise von zwei um radiale Achsen drehbare Messer von hartem Stahlblech gedeckt, je eines an jeder Öffnungskante. Die Messer sind durch Glieder so untereinander verbunden, dafs sie sich nach der Drehrichtung des Rades einstellen. Die Nabe ist vorn kegelförmig ausgebildet und trägt hier zwei kräftige Hörner, die härtere Schneemassen auseinander schlagen sollen.

Der Durchmesser des Schleuderrades ist 3 m, die normale Drehgeschwindigkeit 125 Min. Bei 170 Umdrehungen wird der Motorstrom selbsttätig durch einen Fliehkraftausschalter ausgeschaltet. Der Achsialdruck der Radachse wird von einem S K F-Kugeldrucklager mit 66 mm Kugeln aufgenommen und ist für eine Höchstbelastung von 20 t gebaut. Die Kraftübertragung von Motor zur Schleuderachse erfolgt durch zwei Stirnräderpaare mit Schraubenzähnen. Im Maschinenraum ist der Hauptteil der übrigen elektrischen Ausrüstung (Transformator, Schaltervorrichtungen usw.) eingebaut.

Im Führerraum ist der Boden erhöht, so dafs der Führer bessere Aussicht durch die hochgestellten Fenster hat. Hier ist die Bedienungseinrichtung für die Einstellung der Luke des Schleuderradmantels, der Hebel für den Spurreiniger, die Handbremse, die Handgriffe für die Druckluftbremse, die Schleuderradbremse, die Sandvorrichtung, die Luftpfeife u. a.

An der Rückwand der Schneeschleuder sind zwei Vielfachanschlufsdosen zur Kupplung mit der Schublokomotive angebaut. Die Schneeschleuder hat die gewöhnliche Druckluftbremse der schwedischen Staatsbahnen. Die Druckluft kommt vom Kompressor der Schublokomotive. Die Bedienung der Bremse kann von der Schneeschleuder aus erfolgen.

Die Schneeschleuder war im Winter 1924/25 im Betrieb und hat ihre Aufgabe gut erfüllt. Die grofsen umlaufenden Massen im Schleuderrad haben sich als gut ausgewuchtet erwiesen und die Maschinen gehen bemerkenswert ruhig und erschütterungsfrei.

(Nach einem Bericht in der Asea-Zeitung.) Dr. S.

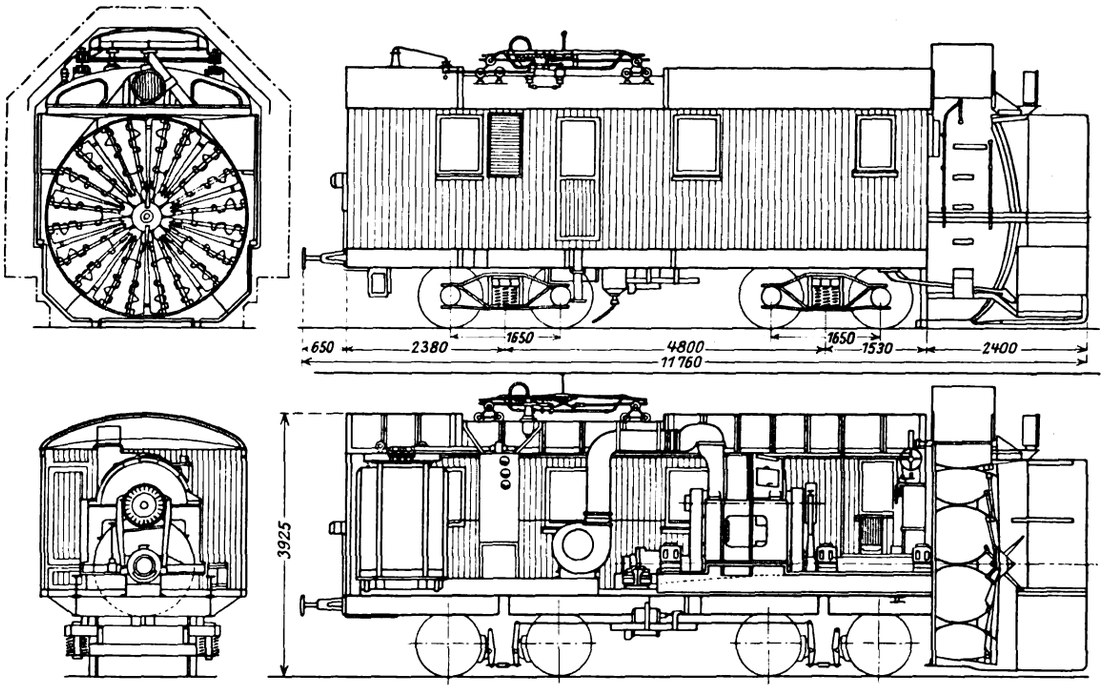


Abb. 1 bis 4.
Schematisches Bild des Vorderendes und der Seite der Schneeschleuder, sowie Querschnitt und Längsschnitt.

Der Abdampf-Injektor für Lokomotiven.

Die Speisung der Lokomotiven mit Abdampf-Injektoren hat bis heute nur in einigen aufserdeutschen Ländern — nach der Quelle sollen insgesamt 6000 Lokomotiven damit ausgerüstet sein — Eingang gefunden. Die geringe Verbreitung hat weniger ihre Ursache in etwaigen Schwierigkeiten, mittels Abdampfes gröfsere Kesseldrücke zu überwinden; denn eine wärme-theoretische Nachrechnung ergibt, dafs z. B. mit Abdampf von 1,1 ata bei einer Tenderwassertemperatur von 12° und einer Mischungstemperatur von 75° theoretisch eine Kesselspannung von 23,9 ata praktisch von mindestens 11 ata überwunden werden kann. Der Grund liegt vielmehr in den bisherigen Konstruktionen, deren Betriebssicherheit gering und deren Handhabung sehr umständlich ist.

Die Firma Alex Friedmann in Wien hofft mit der neuesten Konstruktion eines Abdampf-Injektors alle Mängel beseitigt zu haben. Die Betriebssicherheit, also die Möglichkeit, auch höhere Kesseldrücke als 11 ata zu überwinden, wird durch eine kleine Frischdampfdüse gewährleistet, wodurch gleichzeitig die Speisewassertemperatur auf 100 bis 110° erhöht wird, während eine weitere Frischdampfdüse dafür sorgt, dafs wenn Abdampf nicht vorhanden, der Injektor mit gedrosseltem Frischdampf arbeitet. In Abhängigkeit von der Stellung des Reglers bewirkt die zwangläufige Steuerung mehrerer Ventile durch das blofse Drehen eines Handgriffes das Anlassen mit Frischdampf und Öffnen des Wasserweges (ein Viertel Umdrehung); durch weiteres Drehen wird bei geöffnetem Regler der Abdampfweg, bei geschlossenem Regler der Weg für den gedrosselten Frischdampf selbsttätig freigegeben. Im letzteren Betriebsfall wird zur Vermeidung des Ansaugens von Rauchgasen die Abdampfklappe ebenfalls selbsttätig geschlossen. Die Speisung mit Abdampf ist noch bei einem Schieberkastendruck von $^1/_3$ des Kesseldruckes möglich. Der Wassereintrittsquerschnitt kann durch Verschieben einer Düse in weiten Grenzen verändert werden.

Die Wirtschaftlichkeit dieses Abdampf-Injektors wird trotz des notwendigen Frischdampfzusatzes als besser wie die der Kolbenpumpen mit Vorwärmer bezeichnet, und zwar soll die Gesamterwärmung des Speisewassers um 10° bis 15° höher sein, aufserdem sind im Betrieb keinerlei Teile in Bewegung. Als weitere Vorzüge werden geringes Gewicht und Raumbedarf, geringe Anschaffungs- und Unterhaltungskosten, ferner, wie schon erwähnt, die einfache Handhabung angeführt. Ro.

Schweiz. Bauz.

Aufsergewöhnlicher Langlauf einer Güterzuglokomotive in den Vereinigten Staaten.

Auf der Northern Pacific-Bahn legte kürzlich eine 1 D 1-Güterzuglokomotive eine Strecke von 3200 km in $4^1/_2$ Tagen zurück, ohne vom Zug abgekuppelt zu werden. Die Fahrt ging über drei Wasserscheiden mit Steigungen bis 22 ‰, bei einer Reisegeschwindigkeit von 28 km in der Stunde. Die Gesamtaufenthalte auf den 16 Zwischenstationen betrugen 4 Stunden und 43 Minuten oder 19 Minuten durchschnittlich auf jedem Bahnhof. Für die Fahrt

Digitized by Google

wurden an der Lokomotive, die bereits fünf Monate im Dienst war, keine besonderen Ausbesserungen vorgenommen; sie hatte stets mindestens ihre Regelbelastung für den befahrenen Streckenabschnitt; entsprechend den Streckenverhältnissen wurden am Zugsende Wagen abgehängt oder angekuppelt. Die Belastung wechselte von 1600 bis 4000 t, die gefahrenen Achskilometer des Zuges beliefen sich auf 1,8 Millionen und die Bruttotonnenkilometer auf 10,5 Millionen.

Die verwendete Lokomotive entwickelt eine Zugkraft von 25700 kg und ist mit einer selbsttätigen Feuerung, einer Hilfsmaschine an der hinteren Laufachse, mit Überhitzer und Speisewasservorwärmer, der eine besondere Bauart aufwies, ausgerüstet; die freie Fläche des Rostes beträgt 13 %, das Reibungsgewicht 113 t, die Gesamtheizfläche 385 m².

Auf der Fahrt wurden ungefähr 320 t Kohlen verfeuert und 1600 cbm Wasser verdampft; dabei wurden vier verschiedene Kohlensorten verwendet. Trotzdem 17 Lokomotivmannschaften einander ablösten, bereitete die Feuerhaltung nirgends Schwierigkeiten. Unterbrechungen zur Instandsetzung des Feuers erwiesen sich nicht als nötig, das Feuer wurde vielmehr nur bei arbeitender Lokomotive bedient.

Es zeigte sich, dafs die Fahrt nicht nur erfolgreich zu Ende geführt, sondern dafs dabei auch das Feuer mit weniger Anstrengung besser als bei gewöhnlichem Rost leistungsfähig erhalten werden konnte.

Weder unterwegs noch auf der Endstation wurden irgendwelche Ausbesserungen an der Lokomotive oder den Wagen nötig.

Railway Age 1926, 1. Hälfte, Nr. 21. Bttgr.

Der Wärmeschutz bei Dampflokomotiven.

Die von der D. R. G. herausgegebenen Vorschriften über den Wärmeschutz von Lokomotiven fufsen auf der Anschauung, dafs die bis jetzt bewährte einfache Blechverschalung des Kessels den gestellten Anforderungen vollkommen genügt. Professor Nordmann begründet diese wärmetechnisch günstige Stellung des Lokomotivkessels in einer Abhandlung in der Z. V. D. I. 1926, Nr. 22 und gibt an der gleichen Stelle die Versuche der D. R. G. mit Glasgespinst-Wärmeschutz an, die sowohl mit stehender als auch mit bewegter Lokomotive vorgenommen wurden. Die Abkühlversuche im Stillstand ergaben geringe Kohlenersparnisse im Jahresmittel, die aber durch die Beschaffungs- und Unterhaltungskosten des Wärmeschutzes nahezu wieder aufgewogen wurden. Auch die, allerdings bis jetzt noch nicht ganz abgeschlossenen, Versuche an bewegten Lokomotiven liefsen keinen bemerkenswerten Vorteil eines besonderen Wärmeschutzes erkennen. Pö.

Buchbesprechungen.

Das Lackierer-Buch. Illustriertes Hand- und Nachschlagebuch für das Lackierergewerbe. Von Franz Wenzel-Leipzig. Verlag von Jüstel & Göttel. Preis 10 ℳ.

Das fast 500 Seiten starke Buch ist von einem erfahrenen Fachmann des Lackierer- und Malergewerbes geschrieben und kommt als Hand- und Nachschlagebuch einem Bedürfnis entgegen, das nicht nur in diesen Berufskreisen, sondern in höherem Mafse bei Besitzern und Betriebsleitern von Unternehmungen vorhanden ist, in denen die Lackiererei einen Zweigbetrieb bildet.

Die Abschnitte über Stoffkunde, Werkzeug und Werkstätten, über die Lackiertechnik der verschiedensten Gebiete sind äufserst gründlich behandelt und bieten dem Eisenbahntechniker und Lackiermeister viel Wissenswertes.

Der Umfang des Stoffes in der Materialienkunde hat leider das Eingehen auf chemische Vorgänge an dieser Stelle wie auch bei einem späteren kurzen Abschnitt über Rostschutz nicht ermöglicht. Die Angaben über den Jägerschen Kronengrund hätten etwas vorsichtiger sein dürfen.

Die Beschreibung der Hauptgebiete der Lackierkunst ist sehr umfassend und gibt den meist einseitig ausgebildeten Fachleuten der Eisenbahnwerkstätte gute Gelegenheit den beruflichen Gesichtskreis zu erweitern.

Für die Büchereien der Eisenbahnwerke und Baubehörden wird das Werk gut geeignet sein. Gu.

Odenbach, Unterrichtsblätter über Fernmeldetechnik. Verlag Dr. Arthur Tetzlaff, Berlin-Schöneberg, 1926.

Das dritte Bändchen der Unterrichtsblätter bringt Beschreibungen und Zeichnungen der jetzt bei der Reichsbahn gebräuchlichen Telegraphenapparate mit Erläuterungen ihrer Wirkungsweise. Es ist für den von Wert, der Einzelheiten besonders der neueren Telegraphieeinrichtungen kennen lernen will. Dem Unterrichtszweck der Blätter entsprechend ist ausführlich erörtert, wie den verschiedensten Schwierigkeiten beizukommen ist, seien es technische, wie Beeinflussung der Fernmeldeleitungen durch nahe gelegene Hochspannungsleitungen oder betriebliche, die sich aus lückenhaften Vorschriften oder mifsverständlicher Betriebsweise ergeben. Die letzten drei Unterrichtsblätter versuchen fast das gesamte Funkwesen von den Grunderscheinungen an bis zur letzten Errungenschaft, der Zugtelephonie, zu lehren, für so wenige Blätter fast eine zu grofse Stoffülle. Dr. Ing. Pfaff, Dresden.

Eine **Denkschrift** über ihr Unternehmen und die von ihr hergestellten Erzeugnisse hat die Gleisbaumaschinenfabrik Robel & Co. in München anläfslich ihres 25jährigen Bestehens herausgegeben. Sie enthält neben der Entwicklungsgeschichte des Unternehmens einen guten Überblick über die neuzeitlichen Hilfsmittel, die beim Bau und bei der Unterhaltung des Gleises für Eisenbahnen und Strafsenbahnen in Kraft und Arbeit sparender Weise in Verwendung stehen, und an deren ständiger Vervollkommnung und Verbesserung mitgearbeitet zu haben, ein besonderes Verdienst der Firma ist.

Ferner ging der Schriftleitung zu:

Statik der Baugewerkschulen und Baugewerksmeister von Karl Zillich. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geheftet 3,40 ℳ.

Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch Anwendung des Walzverfahrens.

(Nachtrag.)

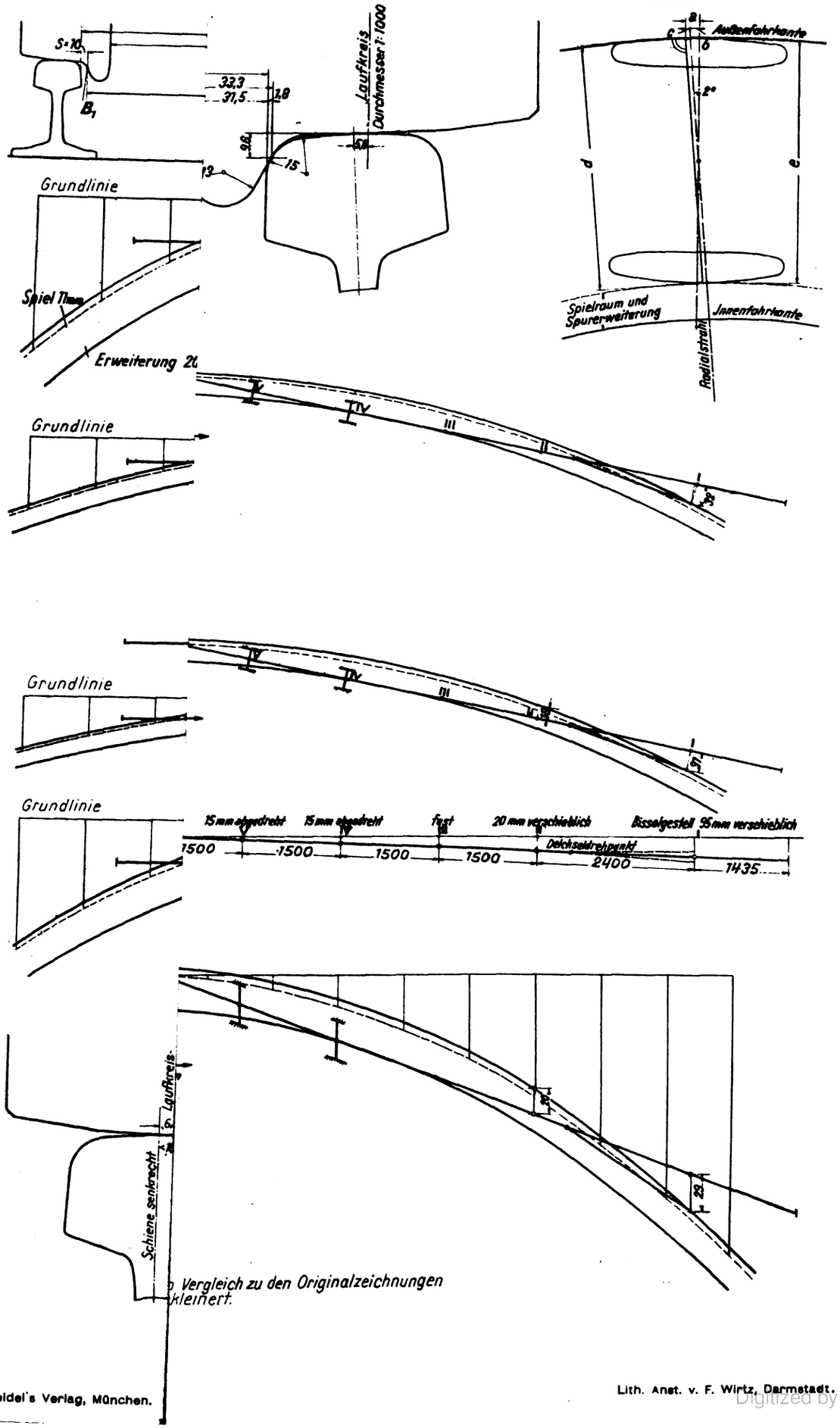
Die in dem Aufsatze (Heft 10, 1926) „Wirtschaftlichere Gestaltung der Bettungsverdichtung durch Anwendung des Walzverfahrens" beschriebenen Walzversuche wurden mit einer Hammschen Gleisbettungswalze durchgeführt. Diese Walze wurde nach besonderen Angaben gebaut, die als zweckmäfsig für die Abwalzung des Bettungskörpers erschienen. Die in dem genannten Aufsatze erwähnten Unzulänglichkeiten dieser ersten Walze sind bei den weiteren Bauarten, wie mir der Vertreter der Firma mitteilt, auf Grund der Ansbacher Versuche hin entsprechend verbessert worden. So wurde beispielsweise der Kettenantrieb durch Zahnradantrieb ersetzt; auch sind die neuen Walzen beträchtlich kürzer gebaut, so dafs sie bedeutend lenkfähiger sein dürften; weiterhin ist auch die Breite geringer geworden. Aufserdem sollen noch eine Reihe weiterer Verbesserungen angebracht worden sein, die die Wirtschaftlichkeit weiterhin erhöhen, so dafs nunmehr allen Anforderungen entsprechende Walzen zur Verfügung stehen dürften.

Andreas Faatz,
Reichsbahnrat.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Abb. 8.



Vergleich zu den Originalzeichnungen verkleinert.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

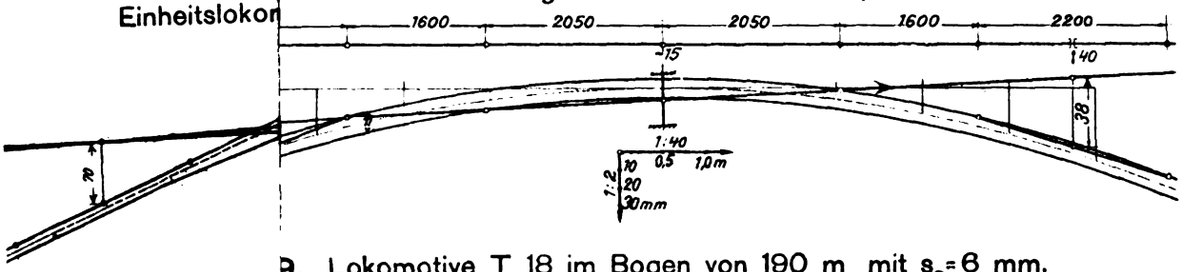
Digitized by Google

eugen.

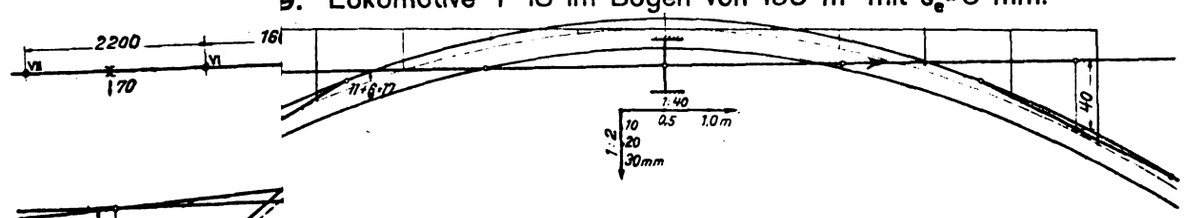
Abb. 8.

omotive T 18 im Bogen von 300 m ohne Spurerweiterung.

Einheitslokom

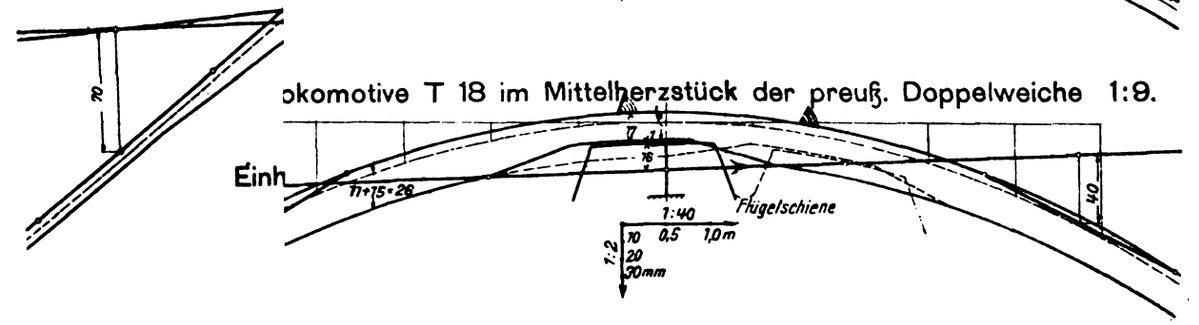


9. Lokomotive T 18 im Bogen von 190 m mit s_e = 6 mm.



okomotive T 18 im Mittelherzstück der preuß. Doppelweiche 1:9.

Einh



0' im Bogen von 190 m mit s_e = 21 mm.

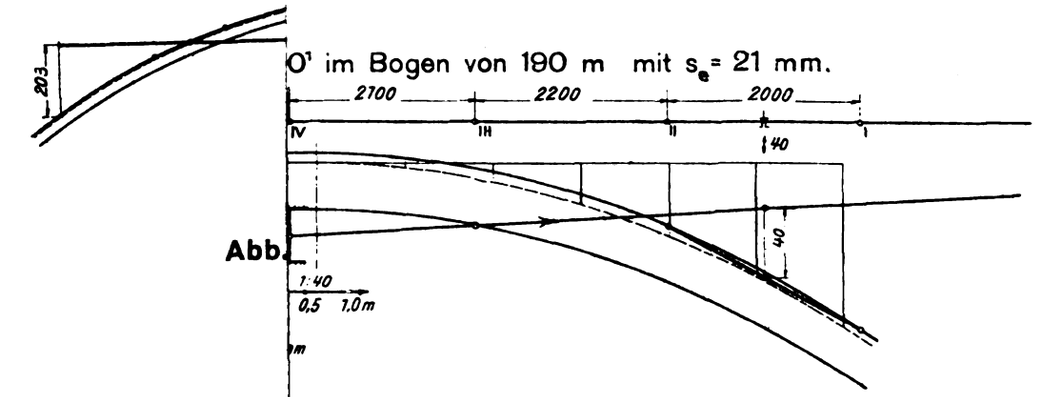
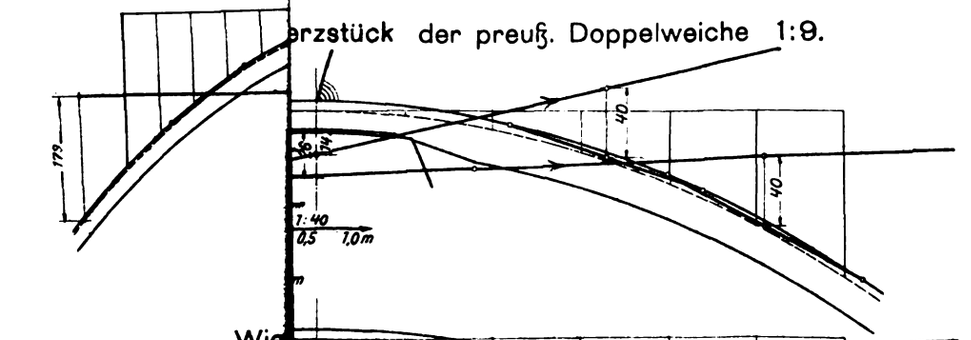
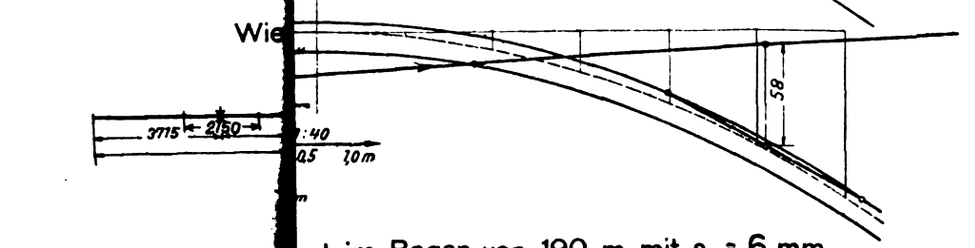


Abb.

erzstück der preuß. Doppelweiche 1:9.



Wie



aut im Bogen von 190 m mit s_e = 6 mm.

C. W. Kreidel's Verlag, M

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. September 1926 Heft 18

Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive.

Von Professor Dr. Ing. e. h. G. Lomonossoff, Moskau.
Aus dem Russischen übersetzt von Dr. Ing. E. Mrongovius, Berlin.

(Schlufs)

Überhitzung wurde an Lokomotiven zuerst im Jahre 1900 angewandt. Den Beginn hierin machten W. Schmidt, Garbe*), von Borries**), Strahl***) und in Rufsland Noltein und Gololoboff. Die eingehendsten Versuche mit Lokomotiven mit Überhitzung wurden in Amerika†) und in Rufsland auf der ehemaligen Nikolai-Bahn in den Jahren 1911 bis 1914 durchgeführt††).

Alle diese Versuche zeigten, dafs in bezug auf den Einflufs der Wandungen die Anwendung der Überhitzung ungefähr ebenso günstige Resultate ergibt, wie die Verbundanordnung, d. h. die Brennstoffersparnis beträgt im Durchschnitt etwa 20%. Andererseits zeigte sich bei den ersten Fahrten mit Heifsdampflokomotiven, dafs Heifsdampf infolge seiner Dünnflüssigkeit beträchtlich höhere Undichtigkeitsverluste durch Schieber und Kolben ergibt. Man kann sagen, dafs die Entwicklung der Heifsdampflokomotiven lediglich in dem Kampf mit diesem Undichtigskeitsverlust bestand. Zuerst wurden die vollen Schieber von Schmidt†††) im Jahre 1910 durch Schieber mit Ringen von 25 bis 33 mm Breite ersetzt. Der jetzige Regelschieber der Deutschen Reichsbahn hat Ringe von nur 6 mm Breite, während in Schweden noch schwächere Ringe aus dem weichsten beinahe chemisch reinen Eisen verwendet werden.

Eine noch gröfsere Bedeutung hat in dieser Hinsicht die Herstellung und Ausbesserung der Schieberringe und Schieberkörper. Sie müssen aus einem besonderen sehr weichen Gufseisen mit Hilfe besonderer Schleifmaschinen hergestellt werden. Auf den gleichen Maschinen mufs auch die Nacharbeit bei einer Ausbesserung durchgeführt werden. In Rufsland werden die Schieberringe nicht selten aus dem gleichen Baustoff gegossen wie die Bremsklötze. Besondere Schleifmaschinen gibt es in den Werkstätten auch nicht. Eine grofse Bedeutung für die Unterhaltung der Körper und Ringe hat auch die richtige Schmierung.

Nun mufs aber auch anerkannt werden, dafs, falls die gröfsere Dünnflüssigkeit des Heifsdampfes die Ursache eines grofsen Undichtigkeitsverlustes ist, sie auch die Drosselung des Dampfes in den Durchströmöffnungen verringert. Es ist jedoch bereits erwähnt worden, dafs diese Verluste nicht von Bedeutung sind.

Einige allzu eifrige Anhänger der Überhitzung, wie z. B. Garbe§), bewiesen, dafs die Überhitzung die Kondensation gänzlich vernichtet und die Verbundwirkung infolgedessen überflüssig ist. Andererseits hat Gölsdorff auf den österreichischen Bahnen mit Erfolg die Verbundwirkung mit geringer Überhitzung bereits im Jahre 1907 eingeführt. Alsdann erhielt die Verbundwirkung mit hoher Überhitzung eine Verbreitung auf den Bahnen in Frankreich und Baden.

Endgültig wurde die Frage der gemeinsamen Verwendung von Verbundwirkung und Überhitzung durch die in Rufsland ausgeführten Versuche in den Jahren 1913 bis 1916*) gelöst, nach denen man nur auf diese Weise den Einflufs der Wandungen völlig beheben kann. Es hat sich nämlich herausgestellt, dafs bei genügender Überhitzung eine Kondensation, d. h. eine tauartige Ablagerung von Dampf auf den Wandungen nicht stattfindet. Dies bedeutet jedoch nicht, dafs die Wandungen auf den überhitzten Dampf keinen Einflufs haben. Der Heifsdampf kondensiert sich nicht, aber sein Volumen verkleinert sich infolge der Abkühlung und infolgedessen wird Frischdampf nachgefüllt. Die Kondensation ist nicht vorhanden, aber dafür eine Kontraktion, die ebenso wie die Kondensation einen zusätzlichen Dampfverbrauch verursacht. Als Mittel gegen diese Erscheinung ist es, ebenso wie bei der Kondensation in Heifsdampfmaschinen, vorteilhaft, die Temperaturgrenzen in jedem Zylinder einander näher zu bringen, d. h. die Verbundwirkung anzuwenden. Es spricht auch noch ein anderer Umstand zugunsten der gleichzeitigen Anwendung der Verbundwirkung und Überhitzung und zwar die Undichtheit der Schieber. Bei einfacher Expansion wird der aus dem Schieber infolge Undichtigkeit ausströmende Dampf in den Schornstein abgeleitet, während er bei Verbundwirkung in den Niederdruckzylinder eintritt, in dem er Arbeit leisten kann.

Im Jahre 1909 hat Professor Stumpf als Mittel gegen den Einflufs der Wandungen seine Gleichstromdampfmaschine vorgeschlagen**). In der Gleichstromdampfmaschine geschieht der Auspuff aufserordentlich rasch und die Zylinder haben infolgedessen nicht genügend Zeit um sich abzukühlen. Dies ist richtig, aber Stumpf verwendete in der ursprünglichen Ausführung eine Kompression von etwa 90%***). Nun mufs berücksichtigt werden, dafs nach den Versuchen von Borodin†) und Dwelshouvers-Dery††) der Gesamtwert des zusätzlichen Dampfverbrauchs mit dem Kompressionsgrade stark wächst.

Infolgedessen mufste bei der Stumpfschen Dampflokomotive der Dampfverbrauch aufserordentlich hoch sein und tatsächlich zeigten auch die Versuche der deutschen Bahnen †††), sowie des Verfassers§), dafs ohne Heifsdampf die Anwendung des Stumpfschen Verfahrens unbedingt unvorteilhaft ist. Bei Heifsdampf dagegen ist sie, vom thermischen Standpunkt aus betrachtet, sehr wirtschaftlich. Der letzte Umstand bewog mich, nochmals einen Versuch an zwei Dampflokomotiven der Serie O^M

*) Garbe. Die Dampflokomotiven der Gegenwart. 1907. Zeitschrift des V. D. I. 1902, Nr. 5—6.
**) Zeitschrift des V. D. I. 1902, Nr. 29, 36, 47; 1903, Nr. 4.
***) Zeitschrift des V. D. I. 1904, Nr. 1.
†) Brückmann. Heifsdampflokomotiven. 1920, Seite 870—938.
††) Lomonossoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. Berlin. 1925. (Lomonossoff. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.) Lomonossoff. Lokomotivversuch in Rufsland. 1926, Seite 47—69, 194—199.
†††) Organ. 1909. Seite 74.
§) Garbe. Die Dampflokomotiven der Gegenwart. 1907, Seite 261, 493.

*) Lomonossoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. 1925. Seite 355, 389, 415. (Lomonossoff. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn. 1925, Seite 355, 389, 415.
**) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. I. 1912, Seite 493.
***) Lomonossoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. 1925. Seite 105. (Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.)
†) Injener. 1886, Seite 386. (Der Ingenieur.)
††) Revue de Méchanique. 1897, Seite 925; 1900, Seite 5.
†††) Hammer. Die Entwicklung des Lokomotivparks bei den Preufsisch-Hessischen Staats-Eisenbahnen. 1912, Seite 82. Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 23.
§) Lomonossoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. I. 1925. Seite 267—284, 369, 416. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.)

Digitized by Google

(E) zu machen, um so mehr als Stumpf hierbei wichtige Verbesserungen einführte und insbesondere den Krompressionsgrad beträchtlich verringerte*). Die Versuche mit diesen Dampflokomotiven sind leider noch nicht durchgeführt.

Hiermit kann die Übersicht über den Kampf mit den zusätzlichen Verlusten in der wirklichen Maschine beendigt werden. Insgesamt betragen diese Verluste bei neuzeitlichen Dampflokomotiven 2 bis 6 %, was den besten ortsfesten Maschinen nahe kommt. Der Gesamtwirkungsgrad einer Lokomotivdampfmaschine (9 bis 14 %) beträgt jedoch nur etwa die Hälfte einer ortsfesten Dampfmaschine (15 bis 25 %). Man sieht hieraus, dafs die Ursache in dem Wirkungsgrad der idealen Maschine liegt. In der Tat beträgt dieser bei ortsfesten Dampfmaschinen bis zu 0,3, während er bei Dampflokomotiven nicht mehr als 0,17 beträgt. Dies erklärt sich erstens dadurch, dafs infolge des Umgrenzungsprofils die Dampflokomotiven mit einem Expansionsgrade von 2 bis 4 arbeiten müssen, während er bei ortsfesten Maschinen bis zu 30 betragen kann; zweitens, dadurch, dafs Lokomotivdampfmaschinen innerhalb verhältnismäfsig naher Temperaturgrenzen arbeiten müssen, und vor allem durch das Fehlen eines Kühlers.

Die Steigerung des Kesseldruckes und die Überhitzung haben diese Temperaturgrenzen etwas weiter auseinandergerückt, aber nicht sehr viel. Nun erscheint aber im Ausdruck für den Wirkungsgrad des idealen Kreisprozesses nicht die höchste Dampftemperatur, sondern die mittlere Temperatur mit der die Wärme vom Wasser und Dampf aufgenommen wird. Um die obere Temperaturgrenze stärker zu heben, müfste der Druck bis zu 60 bis 80 at gesteigert werden, was auch bereits in Erwägung gezogen wird, oder man mufs von der Dampfmaschine zum Verbrennungsmotor übergehen, was eine noch gröfsere Wirkung ergeben würde. Eine tiefliegende untere Temperaturgrenze kann bei einer Dampfmaschine nur mittels eines Kondensators erzielt werden. Was die Vergröfserung des Expansionsgrades betrifft, so ist zu sagen, dafs bei einer Lokomotive dies infolge des Umgrenzungsprofils unmöglich ist. Hier bleibt nur ein Ausweg und zwar der Übergang zur Dampfturbine.

Somit kommen wir zu den grundsätzlichsten Veränderungen der Dampflokomotiven, die in der letzten Zeit vorgeschlagen worden sind. Man kann sie in zwei Gruppen einteilen: Verbesserungen des idealen Kreisprozesses der Dampflokomotive und Übergang zur Thermolokomotive.

Erstere bestehen in einer beträchtlichen Erhöhung des Dampfdruckes, Kondensierung des Arbeitsdampfes und Anwendung der Dampfturbine. Man nimmt an, dafs diese drei Mafsnahmen einzeln angewendet werden können; ich glaube jedoch, dafs ein Erfolg nur bei der gleichzeitigen Anwendung dieser Mafsnahmen zu erwarten ist, denn ein hoher Druck läfst sich ohne einen Übergang zur Dampfturbine nicht ausnutzen. Eine Dampfturbine dagegen kann nur dann wirtschaftlich arbeiten, wenn Kondensation angewendet wird und zwar mit einem genügend hohen Vakuum im Kondensator.

Ob mein Standpunkt richtig ist, wird die Zukunft zeigen. In Amerika arbeitet bereits eine Dampflokomotive mit 25 at Kesseldruck**). Ferner hat die Lokomotivfabrik Henschel bereits eine Dampflokomotive mit 60 at Kesseldruck hergestellt, die auf der Ausstellung in München zu sehen war. Bei dieser Lokomotive tritt der Dampf von 60 at Druck nicht in die Arbeitszylinder ein, sondern dient nur zur Erzeugung des Arbeitsdampfes von 14 at. Die Konstrukteure selbst erhoffen sich von dieser Maschine keinen höheren Wirkungsgrad als 0,14***), während die Thermolokomotiven bereits 0,25 bis 0,27 aufweisen. Die Versuche mit der mit dem üblichen Kesseldruck arbeitenden Dampfturbinen-Lokomotive von Ramsay*), Zölly**), Ljungström***) und insbesondere Krupp†) erwecken keineswegs grofse Hoffnungen††).

Zunächst ist der Wirkungsgrad der Turbolokomotiven nicht höher als 0,12, wobei sie sich auch als nicht genügend anpassungsfähig an das Streckenprofil erwiesen haben. Zweitens, und was das wichtigste ist, sind bei den Turbolokomotiven die Schwierigkeiten mit der Kondensation noch nicht überwunden. Einen Kondensator auf Rädern gibt es noch nicht. Mit dieser Frage haben wir auch bei Thermolokomotiven zu tun, aber bei diesen mufs das Kühlwasser auf etwa 10 bis 20° abgekühlt werden, während bei den Turbolokomotiven der gesamte Arbeitsdampf kondensiert werden mufs. Auf einer Turbolokomotive müssen also vier- bis fünfmal soviel Wärmeeinheiten abgeführt werden als in dem Kühler einer Thermolokomotive der gleichen Leistung. Aufserdem braucht eine Thermolokomotive kein Vakuum. Bei der Turbolokomotive dagegen bietet das Herstellen eines Vakuums in dem Kondensator die wichtigste bauliche Schwierigkeit†††).

Die umwälzendste Lösung der Aufgabe der Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Lokomotive ist zweifellos der Ersatz der Dampfmaschine durch einen Dieselmotor. Die bedeutendste bauliche Schwierigkeit dieser Lösung besteht darin, dafs, wie bereits erwähnt wurde, von einer Lokomotive, den Eigentümlichkeiten des Eisenbahndienstes entsprechend, ein Höchstgrad an Anpassungsfähigkeit an die starken Schwankungen der Geschwindigkeit und der Belastung verlangt wird. Dieser Forderung entspricht ein Dieselmotor nicht. Er arbeitet gut und zuverlässig, aber nur innerhalb enger Grenzen der Drehzahl und Belastungsschwankung. Dieser Umstand bedingt für Thermolokomotiven eine Verbindung der Kraftquelle mit den Treibrädern nicht mittels starrer Elemente, wie bei Dampflokomotiven, sondern mittels nachgiebiger, oder, richtiger gesagt, veränderlicher; d. h. die ungenügende Veränderlichkeit des Dieselmotors in bezug auf die Geschwindigkeits- und Belastungsschwankungen wird bei Thermolokomotiven behoben durch die Einfügung einer Übertragung zwischen dem Dieselmotor und den Treibrädern, mittels der das Verhältnis zwischen der Drehzahl des Dieselmotors und der Treibräder von Null bis zu einem Höchstwert verändert werden kann. Der Dieselmotor mufs also in der Lage sein, auch bei stillstehender Lokomotive zu laufen, und es mufs die Möglichkeit vorgesehen werden, ihn nicht nur auf Stationen, sondern auch während der Fahrt still zu setzen.

Alle bisher vorgeschlagenen Übertragungen können in vier Gruppen eingeteilt werden:

a) elektrische Übertragung,
b) Flüssigkeitsübertragung,
c) mechanische Übertragung,
d) Druckluftübertragung.

Bei elektrischer Übertragung wird die Hauptwelle des Dieselmotors mit einer Dynamo gekuppelt und die Treibräder mit Elektromotoren. Bei der Flüssigkeitsübertragung werden die Dieselmotorwellen mit einer Pumpe und die Treibräder mit Turbinen verbunden. Die mechanische Übertragung besteht, wie beim Kraftwagen, aus einer Reihe von Zahnräderübersetzungen. Bei der Druckluftübertragung arbeitet Dampf oder Gas in Zylindern, wie bei der Dampflokomotive, aber statt nach geleisteter Arbeit in den Schornstein zu entweichen, tritt das Arbeitsmittel in einen von einem Dieselmotor an-

*) Meineke. Die Anwendung des Gleichstroms auf der Lokomotiv-Dampfmaschine. 1921.
**) The Engineer. 1925, II, Seite 370, 553.
***) Organ 1926, Seite 77.

*) The Engineer. 1922, I, Seite 328.
**) Glasers Annalen. 1921, Seite 10.
***) Engineering 1922, II, Seite 64, 131, 163, 198.
†) Krupp sche Monatshefte. 1924, Seite 221.
††) Siehe auch Engineering 1923, Seite 145; Organ 1924, Seite 364; Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 302.
†††) Organ. 1924, Seite 1, 25; Zeitschrift des V.D.I. 1924. S. 302.

Digitized by Google

getriebenen Kompressor, um darin wieder auf den Anfangsdruck verdichtet zu werden.

In bezug auf Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und, was die Hauptsache ist, Anpassungsfähigkeit, läfst die elektrische Übertragung nichts zu wünschen übrig, wie das durch die Versuche mit der Diesel-elektrischen Lokomotive ЮЭ Nr. 001*) bewiesen worden ist; leider aber ist sie gleichzeitig recht schwer und teuer. Das Flüssigkeitsgetriebe hat bisher bei hohen Leistungen keine befriedigenden Ergebnisse geliefert. Die erste Thermolokomotive mit mechanischer Übertragung, d. h. mit Zahnradgetriebe und Einschaltung der einzelnen Zahnräderpaare mittels elektromagnetischer Kupplungen, ist im April in den Versuchsbetrieb überführt worden. Diese Lokomotive ist um etwa 35 % billiger, als die Lokomotive mit elektrischer Übertragung. Die Druckluftübertragung befindet sich noch im Stand der Entwurfsbearbeitung und der vorläufigen Prüfstandversuche**).

Bevor der Abschnitt über die Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven beschlossen wird, mufs noch kurz auf die Kesselverluste eingegangen werden. Lokomotivkessel wurden wie auf der Strecke***), so auch auf Prüfständen†) sehr eingehend untersucht. Trotzdem sind seit den Zeiten der »Rocket« an den Kesseln nur zwei wesentliche Verbesserungen in bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit eingeführt worden: das Gewölbe und die Speisewasservorwärmung.

Gewölbe auf Dampflokomotiven wurden bereits in den vierziger Jahren angewandt. Die Versuche von Henry††), Gofs†††), der Pennsylvania-Bahn§), Gololoboff§§) und Pawlowski§§§) zeigten, dafs die Ersparnis durch das Gewölbe bis zu 10 % betragen kann, wobei die Ersparnis um so höher ausfällt, je flüchtiger der Brennstoff ist, je leichter er zerfällt und in den Schornstein mitgerissen wird und je höher der Wasserstoffgehalt ist. Das kommt daher, dafs das Gewölbe den Weg der Verbrennungsgase in der Feuerung verlängert, und die Verbrennung der mitgerissenen Kohleteilchen begünstigt. Andererseits begünstigt das Vorhandensein der glühenden Steine in der Feuerung die Verbrennung der Kohlenwasserstoffe. Infolgedessen ist für die volle Verbrennung von Naphta, die reich an Wasserstoffen ist, ein Vorhandensein eines Steingewölbes in der Feuerung unbedingt erforderlich.

*) Lomonossoff. Teplovos ЮЭ Nr. 001 i ego ispytanie w Germanii 1925. Die Diesel-elektrische Lokomotive ЮЭ Nr. 001 und deren Erprobung in Deutschland. 1925.) The Engineer. 14—XI. 24. Railway Age. 1925, I, Seite 321.

**) Eine von der D.R.G. in Auftrag gegebene derartige Lokomotive geht der Vollendung entgegen. D. Schriftleitung.

***) Demoulin Traité pratique de la machine locomotive II, S. 84. Glasers Annalen. 1904, II, S. 81 Kruszewski. Badania porownawcze wegli kamiennych. 1914. Lomonossoff. Opyty na Ek. j. d. 1915. Seite 130—305. (Versuche auf der Katharinen-Bahn.) Lomonosoff. Opyty na Taschk. j. d. 1916. Seite 395. (Versuche auf der Taschkent-Bahn.) Revue Générale. 1921, I, S. 23. Syromjatnikoff. Issledowanie rabotchego processa parowosnogo kotla u paroperegrewatelie 1923. (Untersuchung des Arbeitsprozesses des Kessels- und Dampfüberhitzers) Lomonossoff. Parowosy Э, ЭМ, ЭТ 1924. Seite 135, 152 (Die Dampflokomotiven Э, ЭМ, ЭТ.)

†) Henry. Etude expérimentale de la vaporisation dans les chaudières des locomotives. Demoulin, Traité pratique de la machine locomotive, II, S. 77, 84. Gofs. The Effect of Hign Rates of Combustion upon the Efficiency of Locomotive Boilers. 1896 Transactions of The American S-y of Mechanical Engineers. 1901, S. 453. Nadal. Locomotives à vapeur. 1907, S. 67. American Engineer, 1908, S. 187. The Engineer. 1924, S. 219.

††) Henry. Etude experimentale de la vaporisation dans les chaudières des locomotives. 1894.

†††) Railway Age Gazette. 1917, II, Seite 557.

§) Railway Mechanical Engineer. 1917, Seite 235.

§§) Westnik Obschestwa Technologow. 1909, Seite 249. (Nachrichten der Technologen-Gesellsch.)

§§§) Pawlowski. Ispytanie Uglei na Ssew. Sap. j d. 1923, Seite 87. Untersuchung von Kohlen auf der Nord-West-Bahn.)

Die Wasservorwärmung wurde bei Dampflokomotiven erstmalig im Jahre 1850 von dem deutschen Ingenieur Kirchweger*) angewandt. Hierbei wurde das Wasser im Tender durch den entweichenden Arbeitsdampf vorgewärmt. Injektoren gab es damals noch nicht und das Speisewasser wurde durch Pumpen gefördert, die das Wasser bei einer Temperatur von 10 bis 20° speisten. Die Methode von Kirchweger ergab über 20 % Ersparnis. Trotzdem erhielt sie keine besondere Verbreitung, hauptsächlich wegen des im im Jahre 1858 erfundenen bedeutend einfacheren und bequemeren Injektors.

Die Firma Körting schlug im Jahre 1877 vor, den Injektor mit der Speisewasservorwärmung zu vereinigen. Der Apparat von Körting erwies sich als zu verwickelt**). Erst im Jahre 1905, nachdem der Vorwärmer von Caille-Potonié***) entstand, erhielt der Gedanke der Wasservorwärmung eine praktische Lösung. In Rufsland wurde dieser Vorwärmer erstmalig im Jahre 1909 auf der Nord-West-Bahn†) erprobt. Seitdem sind verschiedene Vorwärmersysteme vorgeschlagen worden. Man kann sie alle in zwei Gruppen einteilen: die Oberflächenvorwärmer [Caille-Potonié, Weir††), Knorr†††)], und die Misch-Vorwärmer [Dabeg§), Worthington§§) und andere§§§)]. In Deutschland werden die ersten bevorzugt, in England und Amerika die zweiten. Nach unseren soeben begonnenen Versuchen zu urteilen, scheint die Praxis von England und Amerika die richtigere zu sein. Die weiteste Verbreitung erhielt die Vorwärmung in Deutschland, wo fast alle Dampflokomotiven (etwa 25 000) mit Vorwärmern ausgerüstet sind. Nach den Angaben von Hammer*†) ergeben sie etwa 16 % Brennstoffersparnis.

Insgesamt erreicht der Wirkungsgrad der Lokomotivkessel mit Gewölbe und Speisewasservorwärmung etwa 80 %, was dem Wirkungsgrade der besten stationären Anlagen entspricht. Andererseits sinkt dieser Wirkungsgrad bei Steigerung der Dampferzeugung des Kessels. Infolgedessen ist zur Zeit ein gewisses Bestreben bemerkbar, die Heizfläche zu erhöhen, wenn auch auf Kosten der Verwendung weiterer Achsen an der Lokomotive. Man vermeidet, auf 1 m² Heizfläche mehr als 60 kg Dampf stündlich zu erzeugen, während in den achtziger Jahren in England und Belgien bis zu 125 kg**†) erzeugt wurden.

Die Wechselwirkung zwischen der Lokomotive und dem Gleis. Wenn eine Lokomotive, oder irgend ein Eisenbahnfahrzeug auf den Schienen steht, so besteht die Einwirkung der Räder auf die Schienen darin, dafs die Schiene von demjenigen Teil des Gesamtgewichtes belastet wird, der auf das entsprechende Rad entfällt. Das ist die statische Belastung der Schiene durch das Rad. Bei Bewegung der Lokomotive oder des Fahrzeuges auf den Schienen, wird die senkrechte Belastung der Schiene durch das Rad bald gröfser, bald geringer als die statische und aufserdem drückt das Rad

*) Hammer. Neuerungen der Lokomotiven 1916, Seite 63.

**) Daselbst, Seite 65.

***) Bauer und Stürzer. Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven. 1923, Seite 327; Zeitschrift des V. D I. 1913, Seite 852.

†) Protokol komissii podwijnogo sostawa i tjagi ot 15. X. 1909. (Protokoll der Betriebskommission. 15/X. 1909.)

††) Engineering. 1921, Seite 150; Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 70.

†††) Zeitschrift des V. D. I. 1915, Seite 316; Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 71—77.

§) Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 228—229, 975.

§§) Locomotive Cyclopedia. 1922, Seite 317—319. Eisenbahnwesen. Die Eisenbahntechnische Tagung und ihre Ausstellungen. 1924, Seite 5.

§§§) Iswestia Teplotechnitcheskogo Instituta. 1925, I, Seite 43. (Nachrichten des Wärmetechnischen Instituts.)

*†) Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 63—84.

**†) Demoulin. Traité pratique de la machine locomotive. II (1898) Seite 49—89.

Digitized by Google

mit seinem Spurkranz bald an die eine Schiene, bald an die andere, wodurch zwischen den Rädern und den Schienen eine wagrechte Kraftwechselwirkung entsteht. Die senkrechten Kräfte sind bestrebt die Schiene zu brechen, die wagrechten die Schiene nach aufsen umzulegen, d. h. das Gleis auseinanderzudrücken. Mit anderen Worten, die senkrechten Kräfte gefährden die Festigkeit des Gleises, während die wagrechten seine Standsicherheit gefährden. Auf den Brücken verursachen die senkrechten Kräfte eine Spannung in den Hauptträgern der Brücke, während die wagrechten eine Beanspruchung der sogenannten Windverbände verursachen.

Das Vorhandensein gewisser Bewegungen der Lokomotive, welche einen Unterschied zwischen den dynamischen Kräften und den statischen herbeiführen, war bereits Stephenson bekannt und wurde in dem ersten Lehrbuch über Dampflokomotiven behandelt, das vom Grafen de Pambour*) verfafst worden ist. Eine völlige Klarheit über diese Vorgänge ist aber erst vor etwa 10 bis 15 Jahren erreicht worden. Die Ursache dieser späten Erkenntnis war die zu weitgehende Spezialisierung der technischen Wissenschaften: während 80 Jahren betrachteten die Eisenbahnbauingenieure diese Frage nur vom Standpunkt des Bauingenieurs, die Maschineningenieure nur vom Standpunkt des Dampflokomotivfachmannes. Nun liegt aber dieses Gebiet seiner Eigenart nach gleichzeitig auf dem Arbeitsgebiet des Bauingenieurs und des Maschineningenieurs.

Jetzt ist bereits völlig klargestellt**), dafs die Veränderung der senkrechten Belastung der Schienen durch das Rad bei der Bewegung durch folgende 5 Ursachen bedingt ist:

1. Das Gleis erleidet unter den Rädern eine Formänderung und zwar eine ungleichmäfsige. Infolgedessen erhalten die Räder senkrechte Beschleunigungen, die entsprechend dem d'Alembertschen Prinzip am Rad Widerstände ergeben, die auf die Schienen zurückwirken.

2. Unter dem Einflufs der Unregelmäfsigkeiten des Gleises, der Elastizität der Federn und mancher Kräfte, die in der Dampflokomotive selbst wirken, kommt der Rahmen der Lokomotive während der Fahrt auf den Federn, in eine schaukelnde Bewegung, wodurch sich die Verteilung der Gewichte auf die Räder ununterbrochen ändert.

3. An den Rädern der Dampflokomotive wirken unausgeglichene Massen; die senkrechten Seitenkräfte aus den von ihnen hervorgerufenen Fliehkräften werden ebenfalls auf die Schienen übertragen.

4. Durch die Schubstangen werden auf die Treibräder die senkrechten Seitenkräfte des Dampfdruckes auf den Kolben übertragen. Bei unendlicher Länge der Schubstangen wird diese Seitenkraft gleich Null.

5. Aus demselben Grunde, d. h. infolge der endlichen Länge der Schubstange wird auf das Rad auch eine Seitenkraft der wagerechten Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Massen übertragen.

Es ist augenscheinlich, dafs die zusätzlichen Kräfte 1 und 2 bei allen Eisenbahnfahrzeugen vorhanden sind, bei Wagen, Tendern, Dampflokomotiven, Turbolokomotiven, Elektromotiven, oder Thermolokomotiven. Die Kräfte 4 und 5 sind nur dann vorhanden, wenn Schubstangen zur Anwendung kommen, d. h. bei Dampflokomotiven und Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung. Die Kräfte 3 können bei Dampflokomotiven, Thermolokomotiven und Elektrolokomotiven vorhanden sein. Hieraus folgt, dafs theoretisch die Turbolokomotiven die geringste Einwirkung auf das Gleis ausüben, dann kommen die Elektrolokomotiven und die Thermolokomotiven, mit Ausnahme derjenigen mit Druckluftübertragung. Die letzteren unterscheiden sich in bezug auf die Einwirkung auf das Gleis nicht von den Dampflokomotiven und stehen somit zusammen mit den Dampflokomotiven an letzter Stelle.

Das Auftreten von wagrechten Kräften zwischen dem Rad und der Schiene wird durch drei Umstände verursacht:

a) durch die Fliehkräfte in den Gleisbögen und die Überhöhung der Aufsenschiene, die bei geringen Geschwindigkeiten einwärtsgerichtete Kräfte verursachen kann.
b) durch die Kegelform der Radreifen.
c) durch die Reibung zwischen Spurkranz und Schiene, sowie auch durch die Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Massen und die dadurch herbeigeführten Drehbewegungen um die lotrechte Schwerpunktachse.

Die letzteren Kräfte ergeben aufserdem eine resultierende Kraft, die das »Zucken« hervorruft. Sie treten nur bei Vorhandensein von Kolben auf d. h. nur bei Dampflokomotiven und Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung.

Die Frage der lebendigen Kräfte des Rades, d. h. die Bedingungen der dynamischen Einwirkung des Raddruckes auf die Schiene, wurde erstmalig im Jahre 1846 in der Englischen Gesellschaft der Maschineningenieure bei der Besprechung der Normen für eiserne Eisenbahnbrücken berührt. Späterhin beschäftigten sich mit dieser Frage Stokes*) und S. Venant**). Die eingehendste Bearbeitung dieser Frage wurde jedoch von den russischen Gelehrten Petroff***) und Timoschenko†) vorgenommen. Ihre Untersuchungen zeigten, dafs beim Fehlen von Unebenheiten an den Schienen und Rädern die lebendigen Kräfte der Räder sehr gering sind. Bei zerschlagenen Verbindungsstellen und stark abgenutzten Rädern dagegen werden diese Kräfte, also auch die entsprechenden Änderungen des statischen Druckes des Rades auf die Schiene sehr erheblich. Hieraus folgt, dafs zur Verringerung der dynamischen Einwirkung des Rades auf die Schienen der Zustand der Strecke und der Radreifen dauernd sorgfältig beobachtet werden mufs. Diese Bedingung ist schon seit Setphenson von den Fachleuten beobachtet worden, d. h. etwa 60 Jahre vor ihrer theoretischen Begründung.

Etwas anders steht die Frage bei den Brücken. Infolge der Durchbiegung der Brücken zwischen den Pfeilern, können die lebendigen Kräfte auch bei gutem Zustand der Schienen und der Räder recht grofse Werte erreichen. Infolgedessen ist es nicht ganz richtig, die Beobachtungsergebnisse über die dynamische Einwirkung von Lokomotiven auf Brücken bei Gleisen auf festem Boden anzuwenden, und umgekehrt.

Nach dem Satz von Hook ist die Veränderung der Federbelastung unter dem Einflufs des Schaukelns gleich dem Produkt aus dem Steifigkeitskoeffizienten der Feder (kg/mm) und dem Federspiel, d. h. der Veränderung der Durchbiegung. Der Steifigkeitskoeffizient ist eine konstante Gröfse, während

*) Compte de Pambour. Traité théorique et pratique des machines locomotives. 1835 (II 1840).

**) Journal Injenernogo Soweta. N 179, 1914, Seite 21—27 (Nachrichten des Ingenieur-Rates Nr. 179, 1914.)

*) Mathematical and Physical Papers, II, Seite 179.

**) Klebsch. Theorie de l'élasticité, Übersetzung von S. Venant. Seite 609.

***) Petroff. Wlianie postupatelnoi skorosti kolessa na napriajenie w relsse. 1903, (2 tehasti). (Einflufs der fortschreitenden Geschwindigkeit auf die Spannung in der Schiene, 2 Teile.) — Petroff. Wlianie neprawilnostei form na napriajeniew rellssach. 1905. (Einflufs der Formunregelmäfsigkeit auf die Spannung in den Schienen.) — Petroff. Napriajenia w relssach otwertikalnychtdawlenii katiaschichsia koless. 1905. (Spannungen in den Schienen infolge der senkrechten Drücke der rollenden Räder.) — Petroff. Napriajenia w relssach otwertikalnych isgilow. 1906. (Spannungen in den Schienen infolge senkrechter Durchbiegung.) — Petroff Napriajenia v relssach. 1907. (Spannungen in den Schienen.) — Petroff. K woprossu o prochnosti rels. 1912. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.) — Petroff. K woprossu o prochnosti rels. 1913. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.) — Petroff. Dawlenie koless na rels S Y. 1915. (Raddruck auf die Schienen.)

†) Timoschenko. K woprossu o protchnosti rels. 1915. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.)

Digitized by Google

das Federspiel eine Funktion derjenigen Ursachen ist, die es hervorrufen, d. h. vor allem der Unregelmäfsigkeiten des Gleises. Nimmt man eine gewisse Gesetzmäfsigkeit für die Unregelmäfsigkeiten an, so kann man durch Integrieren einer Reihe von Gleichungen das Gesetz des Schwingens jeder Feder als Funktion der Zeit feststellen.

In diesem Sinne arbeiteten Redtenbacher*), Nadal**) und Cholodezki***). Die Ergebnisse ihrer Forschungen haben jedoch keinen praktischen Wert. Erstens kann man nicht irgend eine Gesetzmäfsigkeit in den Unregelmäfsigkeiten des Gleises voraussetzen; zweitens, haben die Forscher Einflüsse wie die innere Reibung der Blattfedern, die Reibung in den Befestigungen und die Stöfse der Achskasten gegen den Rahmen vollständig aufser Acht gelassen, obwohl diese von wesentlicher Bedeutung sind.

Ich halte es infolgedessen für viel zweckmäfsiger, die Federbewegungen im gewöhnlichen Dienst zu untersuchen. Auf diese Weise wurden auch die Untersuchungen durchgeführt von M. M. von Weber†), Brière††), Mischel†††), dem Ingenieur der französischen Westbahn§), Klemming§§), Dessesse§§§), Marié*†), Lipetz**†) und dem Verfasser***†). Aus diesen Untersuchungen folgt, dafs das gröfste Federspiel von der Geschwindigkeit unabhängig ist und nur dort vorkommt, wo die Schienen ausgeschlagen, die Kreuzungsverbindungen schadhaft und sonstige Gleisteile nicht in Ordnung sind. Hieraus folgt, dafs nicht die grofsen Ausschläge und Schwingungen der Federn gefährlich sind, d. h. nicht das starke Schaukeln, wie das Redtenbacher dachte, sondern harte Federn. Diese Anschauungsänderung beeinflufste auch die Bauart der Federn. In den sechziger Jahren wurden auf Dampflokomotiven Federn mit 250 bis 300 kg mm Steifigkeit verwendet, jetzt geht man nicht über 100. Im Jahre 1896 schlug Noltein sogar vor, an Dampflokomotiven doppelte Federn zu verwenden, deren gemeinsame Steifigkeit etwa 40 kg/mm betragen sollte*§).

Im Anschlufs hieran sei erwähnt, dafs bei Thermolokomotiven mit schlecht ausgeglichenen Dieselmotoren das Wanken des Rahmens auf den Federn beträchtlich kräftiger sein kann als bei Dampflokomotiven, so dafs sogar die Festigkeit des Rahmens und des Gleises gefährdet werden kann. Infolgedessen mufs auf die Ausgleichung von Dieselmotoren für Thermolokomotiven sehr geachtet werden. Nach meiner Meinung mufs die Zylinderzahl des Dieselmotors unbedingt durch sechs teilbar sein.

Wir kommen nun zur Frage der vom Kurbelmechanismus herührenden Kräfte bei Dampflokomotiven und bei Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung. Diese beiden Lokomotivtypen besitzen sich drehende Teile, (Kuppelstangen, Schubstangen und andere) und Teile, die mit dem Kolben hin- und hergehen. Die ersteren ergeben Fliehkräfte, die durch Gegengewichte leicht ausgeglichen werden können, während die letzteren wagrechte Kräfte ergeben, die nicht vollständig durch Gegengewichte in den Rädern ausgeglichen werden können. Schon Stephenson wandte Gegengewichte zur Ausgleichung der Fliehkräfte der umlaufenden Massen an. Bei diesen Dampflokomotiven blieben die wagrechten Kräfte ganz unausgeglichen und ergaben beträchtliche Momente und Resultierende. Crampton wandte im Jahre 1846 bei seinen schnellaufenden Dampflokomotiven für die französische Nordbahn zwecks Ausgleichung der wagrechten Kräfte zusätzliche Gegengewichte an. Dabei wurden die hin- und hergehenden Gewichtsmassen durch die wagrechten Seitenkräfte der Gegengewichte ausgeglichen, während die senkrechten wie ein Hammer auf die Schienen einschlugen. In der oberen Stellung des zusätzlichen Gegengewichtes wurde das Rad entlastet, wodurch bei Geschwindigkeiten von etwa 67 km/Std. diese Dampflokomotiven regelmäfsig entgleisten.

Eine richtige Erklärung dieser Erscheinung gab der Württembergische Ingenieur Nollau, der nicht nur die Berechnungen durchführte, sondern auch die Ungleichmäfsigkeiten des Lokomotivganges bei verschiedenen Gegengewichten untersuchte, indem er die Lokomotive an Ketten aufhing*). Die Untersuchungen wie auch die Berechnungen ergaben folgendes: bei wachsendem zusätzlichem Gegengewicht verringert sich das Schlingern, d. h. die Drehung um die senkrechte Achse, sowie das Zucken (nach vorwärts und rückwärts). Dafür wird während einer Umdrehung das Rad durch die senkrechte Kraft des zusätzlichen Gegengewichtes bald belastet, bald entlastet. Diese Tatsache wurde durch Nollau festgestellt und wurde in den klassischen Werken von Clark**), Couche***), sowie auch in später erschienenen Lehrbüchern†) eingehend beschrieben. Vor verhältnismäfsig kurzer Zeit wurde diese Frage wieder von Prof. Gofs††) experimentell untersucht, sowie theoretisch von Angier†††), Romanoff§ und von Borries§§).

Infolgedessen werden seit der Zeit von Nollau und Crampton zusätzliche Gegengewichte zur völligen wagrechten Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen nicht mehr angewandt. Gewöhnlich gleichen die zusätzlichen Gegengewichte etwa 20 bis 50% dieser Massen aus, und aufserdem werden diese Gegengewichte auf alle gekuppelten Räder verteilt. Dies verringert noch mehr ihre schädliche Einwirkung auf das Gleis. In einzelnen Fällen wurden irrtümlicherweise auch noch schwerere Gegengewichte verwendet wie z. B. bei der russischen 2 C-Lokomotive (Serie B) Vauclain§§§) und bei der D-Lokomotive (Serie C)*†). Die B-Lokomotive der Moskau-Kieff-Woronesh-Bahn wurden in der Weise wie die Crampton-Dampflokomotiven der französischen Nord-Bahn mit Gegenwichten ausgestattet, wobei die gleichen Erfahrungen gemacht wurden.

Was den Kampf mit dem Schlingern anbetrifft, und die damit verbundenen seitlichen Beanspruchungen der Schienen durch das Rad, so wurden im Laufe der letzten fünfzig Jahre im Lokomotivbau andere Mafsnahmen getroffen und zwar wird hauptsächlich eine Verlängerung des Achsstandes angewandt,

*) Redtenbacher. Die Gesetze des Lokomotivbaues. 1867, Seite 137.
**) Nadal. Annales des mines. 1806. Seite 413.
***) Cholodezki. K woprossu o wlianii kolebania ressor. 1915. (Zur Frage des Einflusses des Federspiels)
†) von Weber. Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise 1869.
††) Brière Revue Générale. 1883, April.
†††) Mischel. Revue Générale. 1885, Mai.
§) Revue Générale. 1889, Juli.
§§) Klemming. Bulletin du Congrès Int. 1892, März.
§§§) Dessesse. Exposé de la question de la stabilite des essieux des locomotives.
*†) Mari. Denivellations de la voie et ossillations des vehicules des chemins de fer. 1911.
**†) Protokoly XXIX Sow. Siesda Tiagi. 1913. Seite 295. (Protokolle der XXIX Betriebstagung.)
***†) Journal Injenernogo Soweta Nr. 179. 1914. Seite 30—31. (Nachrichten des Ingenieurrates.)
*§) Romanoff. Parowosy. 1900. Seite 264. (Die Dampflokomotiven).

*) Eisenbahnzeitung (Stuttgart) 1848, Seite 323.
**) Clark. Railway Machinery. 1861, Seite 165—179.
***) Couche. Voi material roulant etc. VII, 1873, Seite 399—414.
†) Flamache, Huberti et Stevart. Traité d'exploitation des chemins de fer. IV, 1898, Seite 241. Muchatscheff. Teoria i konstrukzia parowosow. 1895. Seite 303. (Theorie und Konstruktion der Dampflokomotiven.) Noltein. Teoria i rastschet protiwowessow. 1902. Seite 53—57. (Theorie und Berechnung von Gegengewichten.) Nadal. Locomotives à vapeur. 1908, Seite 167—171. Leitzmann und von Borries. Theoretisches Lehrbuch des Lokomotivbaues. 1911, Seite 409.
††) Engineering Nr. 1662. 1897.
†††) Revue Générale 1897, VI, 1889 I.
§) Romanoff. Protiwowessy w parowasach. 1899. (Gegengewichte bei Dampflokomotiven.)
§§) Organ. 1899, Nr. 6—8.
§§§) Protokoly XXV Sow. Siesda Tiagi. I, Seite 275—279. (Protokolle der XXV Betriebstagung.)
*†) Daselbst. Seite 279—286.

Digitized by Google

sowie Fahrgestelle mit Seitenbewegung. Theoretisch wurden diese Vorgänge von Nadal*) recht gut beleuchtet. In russischer Sprache behandelten diese Fragen Petroff**), Noltein***) und der Verfasser †).

Es mufs jedoch hervorgehoben werden, dafs bereits in den vierziger Jahren der Gedanke aufkam, die störenden Bewegungen durch Erhöhung der Zylinderzahl zu bekämpfen, wie es bereits damals in der Schiffspraxis gemacht wurde. Also schon in den vierziger Jahren entstand der Gedanke der ausgeglichenen Dampflokomotive, bei der die wagrechten Kräfte auch ohne Gegengewichte sich gegenseitig aufheben. Jetzt wissen wir bereits auf Grund des Satzes von Schlanko, dafs eine völlige Aufhebung der Massenwirkung des ersten und zweiten Grades nur bei sechs Zylindern möglich ist. Auf Grund der Forschungen von Dalby††) wissen wir auch, dafs auch bei vier und sogar drei Zylindern eine gute Ausgleichung möglich ist, falls nicht eine völlige Ausgleichung beabsichtigt wird. In den vierziger Jahren und sogar später war das alles noch nicht klar und die Konstrukteure bezeichneten ihre neu entworfenen Dampflokomotiven mit drei und vier Zylindern als »ausgeglichene«. Das ist natürlich nicht richtig, denn man könnte sie nur als »halbausgeglichene« bezeichnen.

Die erste solche Dampflokomotive mit drei Zylindern und um 120° versetzten Kurbeln wurde im Jahre 1846 von Stephenson erbaut. Für die englische Praxis der damaligen Zeit war diese Lokomotive noch zu verwickelt. Aus demselben Grunde wurde das Patent von William Dawes aus dem Jahre 1848 über eine Vierzylinder-Dampflokomotive mit zwei äufseren und zwei inneren Zylindern gar nicht verwirklicht. Die Vierzylinder-Dampflokomotive wurde erstmalig im Jahre 1861 von Haswell erbaut. Sie wurde im Jahre 1862 auf der Londoner Ausstellung ausgestellt. Die vier Zylinder waren aufsen untergebracht und zwar waren sie übereinander angeordnet, wie bei Vauclain, nur mit dem Unterschiede, dafs bei Haswell die Kurbeln der beiden Zylinder jeder Seite unter einem Winkel von 180° angeordnet waren. Um dies zu verwirklichen, war jeder Zylinder mit einer eigenen Schubstange versehen, die auf die Kurbel bzw. Gegenkurbel arbeitete. Diese Bauart schlofs eine Verbreitung der Haswell-Lokomotiven aus.

Vierzylindrige, halbausgeglichene Dampflokomotiven nach Dawes erschienen, wie bereits erwähnt, im Jahre 1885 in Frankreich und erhielten im Verlaufe der nächsten 25 Jahre eine sehr grofse Verbreitung. Meistens werden sie mit Kurbeln unter 90° gebaut, trotzdem in bezug auf die Ausgleichung andere Winkel bessere Ergebnisse liefern †††). Leider wird bei Anwendung der anderen Winkel das Tangentialdruckdiagramm verschlechtert und die Dampflokomotiven erhalten ein Bestreben zu schleudern. Bei Versetzung der Kurbeln um 90° unterscheiden sich diese vierzylindrigen Dampflokomotiven gar nicht von den zweizylindrigen Verbunddampflokomotiven.

Eine verhältnismäfsig gute Ausgleichung der Momente der wagrechten Massenkräfte um die senkrechte Achse kann nur erzielt werden, wenn das Gewicht der mit den Kolben der inneren Zylinder hin- und hergehenden Massen beträchtlich gröfser ist als das der äufseren. Die besten Wirkungen in bezug auf die Ausgleichung ergeben daher die Verbundlokomotiven nach de Glehn, bei denen die grofsen Zylinder innerhalb und die kleinen aufserhalb des Rahmens angeordnet sind, während die ungünstigste Wirkung bei der umgekehrten Anordnung der Zylinder nach von Borries eintritt. Es gibt auch eine grofse Anzahl von Lokomotiven mit einfacher Dehnung in vier gleichen Zylindern. Die das »Zucken« hervorrufende Kraft ist bei diesen Lokomotiven gleich Null, aber das Drehmoment ist so grofs, dafs meist zusätzliche Gegengewichte angewandt werden müssen. Mit derselben Anordnung sind auch die meisten Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung entworfen worden.

In der letzten Zeit nach dem Kriege kehrte der Dampflokomotivbau zu der Stephenson'schen Dreizylinderanordnung*) zurück. In bezug auf die Ausgleichung sind diese Lokomotiven nicht schlechter als die vierzylindrigen Zwillingslokomotiven, aber in bezug auf die Gleichmäfsigkeit der Tangentialkräfte stehen sie von allen Dampflokomotiven unbedingt an der ersten Stelle. Die ersten derartigen Dampflokomotiven wurden im Jahre 1907 in England fertiggestellt, die gröfste Verbreitung erhielten sie aber in Deutschland.

Wir haben bisher noch nichts über die Kräfte 4 und 5 gesagt, die eine Folge der endlichen Länge der Schubstangen sind. Die Kraft 5 gemeinsam mit der Kraft 3, dem Moment 2 und der das Zucken hervorrufenden Kraft, stellen den Einflufs der Massenwirkung der beweglichen Teile auf der Lokomotive dar. Alle diese Kräfte und Momente wachsen mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Sie bestimmen infolgedessen die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive. Der Einflufs des Dampfdruckes auf das Treibrad 4 ist am empfindlichsten beim Anfahren und bei geringen Geschwindigkeiten. Infolgedessen ist die Summe der Kräfte 4 und 5 am Treibrad mehr oder weniger gleichmäfsig und bei genügend langen Schubstangen und wagrechten Zylindern nicht besonders grofs.

Dies ändert sich stark, sobald man von wagrechten Zylindern zu geneigten Zylindern übergeht. Hierbei wachsen die Kräfte 4 und 5 stark mit dem Neigungswinkel der Zylinder und bei arc. tg. $= {}^1/_5$ erhalten diese Kräfte eine geradezu gefährliche Gröfse. Besonders unangenehm ist, dafs, während bei wagrechten Zylindern die Summe der Kräfte 4 und 5 eine stetige Funktion der Zeit ist, sich bei geneigten Zylindern beim Durchschreiten der Totpunkte die Gröfse plötzlich ändert, woraus ein Schlag des Rades auf die Schiene entsteht. Die Anwendung der geneigten Lage der Zylinder beim Entwurf von Drei- und Vierzylinder-Dampflokomotiven, insbesondere bei geringen Durchmessern der Treibräder und beim Fehlen eines zweiachsigen vorderen Drehgestells, verschlechtert beträchtlich die dynamischen Eigenschaften solcher Dampflokomotiven. Das beste Beispiel hierfür ist die schwedische Pacific-Dampflokomotive.

Zum Schlufs wollen wir noch auf die Kurvenläufigkeit der Dampflokomotiven eingehen. Solange die Verkehrsverhältnisse nicht mehr als drei gekuppelte Achsen erforderten, wurde diese Frage völlig befriedigend auch bei starrem Radstand gelöst. Trotzdem erschienen bereits im Jahre 1832 Dampflokomotiven mit zweiachsigen Drehgestellen, die in Amerika sofort eine weite Verbreitung erhielten. Im Jahre 1857 wurde dort auch das einachsige Drehgestell von Bissel eingeführt. In Europa erhielten die einachsigen und zweiachsigen Drehgestelle erst im Beginn der achtziger Jahre eine grofse Verbreitung. Bis dahin begnügte man sich in Europa zum gröfsten Teil mit vierachsigen Dampflokomotiven mit festem Achsstand, wobei einzelne Achsen, Laufachsen wie auch Treibachsen, Seitenbewegungen von 1 bis 5 mm erhielten. Im Jahre 1896 richtete Nadal**) die Aufmerksamkeit auf die durch das Schlingern entstehenden Gefahren, wenn man den äufseren Achsen Seiten-

*) Nadal. Theorie de la stabilité des locomotives. 1896, II.

**) Petroff Opasnye skorosti. 1897. (Die gefährlichen Geschwindigkeiten.)

***) Sapiska. prilojenaia k protokolam XVIII Sow. Siesda Tiagi (Bericht, beigefügt zu dem Protokoll der XVIII. Betriebstagung.) Noltein. Teoria i rastschet protiwo wessow. 1902. (Theorie und Berechnung von Gegengewichten.)

†) Protokoly XXV Sow. Siesda Tiagi. I Seite 241 – 245. (Protokolle der XXV. Betriebstagung.)

††) Dalby. Ballancing of Engines. 1907.

†††) Lomonossoff. Ssowremenye sadatschi passajirskogo dvijenia na russkich j. d. 1904. (Gegenwärtige Aufgaben des Personenverkehrs auf den russischen Eisenbahnen.)

*) Zur Geschichte derselben siehe The Engineer. 1925, II, Seite 46.

**) Annales des Mines. 1896, X, Seite 280.

Digitized by Google

bewegungen gibt, ohne Anwendung von Vorrichtungen, die eine Rückbewegung zwangsweise herbeiführen. Für Laufachsen waren solche Vorrichtungen auch früher schon sehr verbreitet, für gekuppelte Achsen wurden sie damals noch nicht angewandt, trotzdem ein erster Vorschlag in dieser Hinsicht von Haswell*) bereits im Jahre 1855 gemacht worden ist.

Das Anwachsen des Verkehrs und die Anwendung von Steigungen von 25 und sogar 33 ‰ und sehr scharfen Krümmungen erforderten die Anwendung von Dampflokomotiven mit fünf und sogar sechs gekuppelten Achsen bei möglichst guter Bogenläufigkeit. Wegen der Bedenken gegen die seitliche Beweglichkeit der Treibachsen gingen die Erbauer von Dampflokomotiven zu Lokomotiven mit zwei Fahrgestellen über. Auf diese Weise entstanden die Typen von Fairlie (1870) und von Mallet (1894). Die erste Type erhielt in Rufsland Verbreitung auf den Transkaukasischen Bahnen, die zweite auf der Moskau-Kasan- und der Sibirischen-Bahn. Beide Typen haben zwei Fahrgestelle und zwei Maschinen, aber bei Fairlie hat jedes Fahrgestell einen eigenen Kessel, während bei Mallet die beiden Fahrgestelle den gemeinsamen Kessel tragen. Bei beiden Typen sind die beiden Fahrgestelle untereinander mittels besonderer recht verwickelter Vorrichtungen verbunden. Infolgedessen wird die Ausbesserung der Fahrgestelle dieser Dampflokomotiven teurer, als die Ausbesserung der Untergestelle zweier einzelner Dampflokomotiven. Bei der Type von Fairlie kostet aufserdem die Ausbesserung der Kessel mehr, als die Ausbesserung eines grofsen Kessels. Infolgedessen hat das Fairliesche System im Vergleich mit der Anwendung doppelter Zugkraft nur den Vorteil, dafs bei Naphtafeuerung die Mannschaft nur aus zwei und nicht aus vier Mann besteht. Bei Mallet kommt noch der Vorteil des einen Kessels hinzu. Andererseits hat das Mallet-System bei Anwendung der Verbundwirkung noch andere Mängel und zwar den langen Dampfaufnehmer und die Unmöglichkeit, die Arbeit beider Dampfmaschinen in Einklang zu bringen. Unsere Versuche aus dem Jahre 1916 zeigten, dafs die Mallet-Dampflokomotive sogar bei Überhitzung nur bei Geschwindigkeiten von unter 15 km/Std. wirtschaftlich arbeitet, bei 40 km/Std. verbraucht sie aber über 20 kg Dampf für die PS-Std. am Treibradumfange*).

Es wird daher verständlich, warum die Eisenbahnpraxis sich nicht mit den Typen von Fairlie und Mallet begnügte, sondern unausgesetzt bestrebt blieb, eine Dampflokomotive mit nur einem Fahrgestell, einem Kessel und einer Maschine, aber mit fünf und sogar sechs gekuppelten Achsen zu schaffen. Nach der Untersuchung der Bogenläufigkeit, wie sie mit genügender Ausführlichkeit von Helmholtz**) durchgeführt hat, wird klar, dafs dies nur bei beträchtlichen Seitenbewegungen der Achslager und einer gewissen Nachgiebigkeit des Triebwerks möglich ist. Für die Verwirklichung der letzteren schlugen Hagans und Klose sehr verwickelte Vorrichtungen vor, die sich nicht weiter eingeführt haben. Die lebensfähige Lösung dieser Aufgabe ist zweifellos ein Verdienst von Gölsdorff, der in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts den gekuppelten Achsen der D- und 1 D-Dampflokomotiven der Österreichischen Bahnen beträchtliche Seitenbewegungen gab, wobei er sie mit Rückzugvorrichtungen versah. Nach demselben Grundsatz entwickelte er auch die erste E-Dampflokomotive, und diese Anordnung wurde auch allen weiteren Dampflokomotiven mit fünf und sechs gekuppelten Achsen zugrunde gelegt.

*) Organ. 1855, Seite 69; 1856, Seite 1.

*) Lomonossoff. Die Dampflokomotiven Э, ЭМ, ЭГ. 1924, Seite 131, 147—149.

**) Ihre Beschreibung ist in der „Eisenbahntechnik der Gegenwart", I Die Lokomotiven (1903), Seite 257—269 zu finden.

Bewirtschaftung der Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. **Fritz Hromatka**, Hofrat der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Bewirtschaftung der Oberbaustoffe kann nur dann sparsam sein, wenn eine straffe Organisation sie beherrscht, d. h., wenn die Beschaffung und Zuteilung an die Verbrauchsstellen nur von einer Stelle aus durchgeführt werden. Die Österreichischen Bundesbahnen haben daher nach Errichtung eines eigenen Wirtschaftskörpers sowohl die Beschaffung, als auch die Zuteilung der Oberbaustoffe in der Generaldirektion vereinigt, diese Zentralisierung jedoch hinsichtlich der Zuweisung nicht plötzlich, sondern schrittweise durchgeführt. Jetzt, wo die Mafsnahmen zur Zentralisierung als abgeschlossen bezeichnet werden können, soll ein Rückblick auf die bisherige und ein Ausblick auf die künftige Bewirtschaftung gegeben werden.

Die Organisation der chem. Österreichischen Staatsbahnen brachte es mit sich, dafs jede einzelne Direktion die Beschaffung und Zuteilung des notwendigen Oberbaubedarfes selbständig für ihren Direktionsbereich durchführte. Eine Zentralisierung war nur hinsichtlich der Bestellung bei den Werken insofern vorgesehen, als die Bestellung sowohl für Oberbauauswechslungen als auch für die Erhaltungsarbeiten auf Grund der Anforderungen der Direktionen durch eine eigene Dienststelle (Abteilung IX der ehem. Nordbahndirektion) für das ganze Gebiet der Österreichischen Staatsbahnen gemeinsam erfolgte, welcher Abteilung aber nicht das Recht einer Überprüfung der Anforderungen zustand. Ein Ausgleich der Überschüsse zwischen den einzelnen Direktionen wurde wohl in einzelnen Fällen durch das ehem. k. k. Eisenbahnministerium durchgeführt, doch war dies mangels einer restlosen Erfassung der bei den Direktionen liegenden Vorräte nur selten durchführbar. Die Folge war, dafs in einer Direktion ein bestimmtes Oberbauteil in Vorrat lag, der gleiche jedoch von einer andern Direktion im Wege der oben genannten Abteilung zur Bestellung angemeldet wurde.

Eine Aufarbeitung der ausgebauten Oberbaubestandteile, eine werkstattmäfsige Instandsetzung der rückgewonnenen Weichen und eine Auffrischung des Kleineisens fand nicht statt.

Schon nach Kriegsende war das Staatsamt für Verkehrswesen im Hinblick auf die finanzielle Lage der neuen Republik gezwungen, schärfer auf die lagernden Vorräte zu greifen und einen Austausch zwischen den einzelnen Direktionen in die Wege zu leiten. Dieser Austausch war aber durch den Mangel eines, jeden einzelnen Gegenstand einer Oberbauform eindeutig bezeichnenden Warenverzeichnisses besonders erschwert, so dafs die Bestandsmeldungen der Aufsendienststellen die Vorräte nicht verläfslich erfassen konnten.

Diesem Mangel wurde durch die Hinausgabe von Warenverzeichnissen abgeholfen, in welchen jeder einzelne bei einer Oberbauform vorkommende Gegenstand systematisch numeriert ist, so dafs durch die Angabe der Nummer nicht allein die Oberbauform, sondern auch der Gegenstand selbst eindeutig bestimmt wird. Solche Warenverzeichnisse wurden für alle neueren Oberbauformen aufgestellt. Durch die Drucklegung dieser, wenn auch schon lange vorbereiteten, so doch erst durch die Verhältnisse der Nachkriegszeit dringend notwendig gewordenen umfangreichen Arbeit ist die restlose Erfassung der Oberbauvorräte ermöglicht worden. Die Gröfse der Arbeit mag daraus ersehen werden, dafs die aufgelegten Warenverzeichnisse zusammen rund 7000 Einzelgegenstände verzeichnen. Hierzu kommen noch weitere 6000 Einzelbestandteile von den Oberbauformen der verstaatlichten Privatbahnen, so dafs beim Erfassen der Bestände mit rund 13000 Einzelgegenständen zu rechnen war.

Nach dieser grundlegenden Arbeit wurde durch die Hinausgabe gedruckter, nach Warennummern geordneter Bestand-

Digitized by Google

ausweise ein weiterer Schritt zur Erfassung der Vorräte getan. Mit diesen Bestandausweisen haben, bei geringster Schreibarbeit, die Aufsendienststellen ihre Vorräte den Direktionen, diese wieder den Gesamtbestand der Generaldirektion zu melden.

Gleichzeitig mit der Erfassung dieser, bis jetzt bei den Aufsendienststellen verteilt gelagerten Vorräte wurde eine immer straffere Zentralisierung in hierzu bestimmten Oberbaulagern vorgenommen. Die Österreichischen Bundesbahnen haben deren drei kleinere, in Attnang-Puchheim, Knittelfeld und Wörgl, und ein Hauptlager in Wörth. Mit den ersten drei sind keine Werkstätten verbunden. Sie dienen nur zur Deckung eines etwa auftretenden sofortigen Bedarfes, wobei den Direktionen das Recht zusteht, gegen nachträgliche Meldung aus diesen Lagern Stoffe zu entnehmen. Dem Hauptlager Wörth dagegen ist eine grofse Instandsetzungswerkstätte angegliedert.

Die angestrebte, wenn auch heute noch nicht voll erreichte Verteilung des Oberbaubedarfs ist sonach derart geregelt, dafs bei den Aufsendienststellen nur die für den unmittelbaren Bedarf bestimmten und sehr gering gehaltenen Notvorräte sich befinden dürfen und etwas gröfsere Vorräte bei den drei erstgenannten Lagern für die Deckung eines auftretenden dringenden Bedarfes vorhanden sind, während die Hauptmasse aller Vorräte im Lager Wörth zusammengezogen ist.

Durch diese Art der Verteilung wurde den Aufsendienststellen die Einflufsnahme auf die Lagerung und Bewegung immer mehr entzogen und deren Besorgung fast ausschliefslich einer einzigen den Gesamtbedarf überblickenden Stelle übertragen.

Um welche Mengen es sich bei der Zentralisierung gehandelt hat, mag daraus ersehen werden, dafs das Gewicht der in Vorrat befindlichen Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen am 1. Januar 1926 rund 65000 t betragen hat.

Mit dem Hauptlager Wörth ist eine Werkstätte verbunden, in der die fallweise vorkommenden Instandsetzungsarbeiten an Weichen und Eisenschwellen sowie die Auffrischung von Kleineisen und dergl. vorgenommen werden. Nach Durchführung der vorbesprochenen und bereits in die Wege geleiteten Verteilung der Oberbaustoffe wird dem Hauptlager Wörth noch eine weitere grofse Aufgabe zugewiesen werden.

Während bis jetzt die bei Gleis- und Weichenumbauten rückgewonnenen Teile ohne jede weitere Durchsicht je nach Bedarf an anderer Stelle wieder eingebaut oder an der Ausbaustrecke bis zu einer allfälligen Verwendung oft jahrelang belassen wurden, sollen in Hinkunft alle ausgebauten Weichen und jene rückgewonnenen Gleise, die im Jahre ihres Ausbaues nicht einer Verwendung zugeführt werden können, nach Wörth zur Lagerung, Sortierung und Auffrischung eingeliefert werden. Der bisherige Vorgang, dafs rückgewonnene Weichen bei den Aufsendienststellen verbleiben, hat sich nicht bewährt, es wurden in vielen Fällen Weichen als brauchbar eingebaut, die nach wenigen Jahren einer Überholung oder Auffrischung unterzogen werden mufsten. In der Werkstätte Wörth wird jede rückgewonnene Weiche neu aufgelegt und in allen ihren Teilen einer eingehenden Untersuchung und Auffrischung unterzogen, damit in Hinkunft nur Weichen als altbrauchbar eingebaut werden, die es auch tatsächlich sind, so dafs die Gewähr geboten ist, dafs sie lange Zeit ohne jede Instandsetzung in der Bahn verbleiben können. Hierzu kommt, dafs die vom Oberbaulager beigestellten Weichen in jeder Hinsicht vollständig sind, während die bis jetzt von den Aufsendienststellen abgerufenen Weichen in vielen Fällen unvollständig waren und ihre Ergänzung anläfslich des Einbaues durchgeführt werden mufste.

Was nun den laufenden Oberbau anbelangt, so ist zunächst beabsichtigt, nur jenen nicht über die Werkstätte Wörth zu führen, der im Jahre seines Ausbaues wieder verwendet wird. Der restliche soll, je nach der Art des Rückgewinnes, oder je nach der örtlichen Lage der Ausbaustrecke zum Lager entweder ganz nach Wörth gesandt werden oder es soll nur das Kleineisen dahin zur Auffrischung geschafft werden, worüber in jedem Falle schon bei der Genehmigung des Gleisumbaues die Generaldirektion entscheiden wird. Unbrauchbare Teile werden vom Orte des Anfalles aus dem Verkaufe zugeführt.

Nach Eintritt des angestrebten Endzustandes werden die jetzt noch notwendigen Lagerhaltungen der Aufsendienststellen wesentlich verringert und die Schreibarbeiten auf ein Mindestmafs herabgedrückt werden. Der Bedarf wird von einer Stelle aus zugewiesen, der Rückgewinn in das Hauptlager nach Wörth zur Sortierung, Auffrischung und Instandsetzung eingeliefert, so dafs die Wiederverwendung von ausgebauten Teilen, namentlich von Weichen, im allgemeinen nunmehr nach durchgeführter Auffrischung erfolgen wird.

Diese Art der Bewirtschaftung hat zur Voraussetzung, dafs jeder erteilte Versendauftrag oder jede drahtliche Anforderung von dem Hauptlager sofort durchgeführt werden kann. Hierzu sind alle Vorbedingungen geschaffen (eigene Abfertigungsstelle für Stückgut). Berechtigte Klagen sind bis jetzt nicht vorgekommen.

Bei dieser Art der Bewirtschaftung werden selbst längere Transportwege in Kauf genommen. Diesen stehen auf der Einnahmeseite die Ersparnisse an Lager- und Sortierungskosten bei den Aufsendienststellen gegenüber, ferner der Vorteil, die Vorräte wesentlich kleiner als bis jetzt zu halten, und schliefslich die Ersparnisse, die dadurch erzielt werden, dafs infolge der geringeren Vorräte bei den Aufsenstellen eine entsprechende Verringerung der mit diesen Arbeiten betrauten Bediensteten erfolgen kann.

Durch die bis jetzt durchgeführte Organisation wurde die bisherige Materialverrechnung nicht berührt.

Die ganze Art des Aufbaues zwingt jedoch, noch einen weiteren Schritt zu tun und die geänderte Bewirtschaftung der Oberbaustoffe auch auf die Verrechnung sich auswirken zu lassen. Bis jetzt waren die Aufsendienststellen von den Bahnmeistereien, Streckenleitungen bis zu den Direktionen mit dem Nachweis und der Verrechnung der Oberbaustoffe aufserordentlich stark in Anspruch genommen, eine Inanspruchnahme, die sich in der grofsen Zahl von Einzelgegenständen, die alle stückweise nachweislich zu führen, ferner zu vereinnahmen und zu verausgaben waren, ausdrückt. Die Zuweisung des Bedarfs von einer einzigen Stelle gibt aber die Möglichkeit, dafs diese Stelle sofort nach erfolgter Ausführung einer Versendung die empfangende Stelle mit dem Geldwert belastet, so dafs jede Nachweisung bei den Aufsendienststellen entfallen kann. Durch die Einlieferung des Rückgewinnes an ein Lager erfolgt die Entlastung des betreffenden Kontos; jede Aufsendienststelle wird also bestrebt sein, so wenig Lager als möglich bei sich zu führen, da dadurch ihr Konto belastet wird, eine Belastung, die sie nicht verträgt, da ihr für das Jahr nur ein bestimmter Geldbetrag zur Verfügung steht. Das Anfordern und Überrechnen des Oberbaubedarfs kann mit verschiedenfarbig gezeichneten Verlangscheinen erfolgen, um so nach der Farbe des Verlangscheines zu ersehen, ob die Anforderung für eine Oberbauauswechslung, für gewöhnliche Erhaltung oder für einen Bahnhofsumbau benötigt wird.

Die Bewirtschaftung der Oberbaustoffe ist im Bahnerhaltungsdienste von weittragendster Bedeutung, da es sich um die Bewirtschaftung von fast 80 % der in diesem Dienstzweige zur Verausgabung gelangenden Werte handelt. Jede Ersparung in dieser Richtung geht sofort in hohe Beträge und wirkt sich unmittelbar und merklich auf den Haushaltplan aus.

Digitized by Google

Unkrautvertilgung auf den Bahnstrecken.

Von Reichsbahnoberrat Wöhrl, Nürnberg.

Das Bedürfnis, die Entkrautung der Bahnstrecken in rascherer, nachhaltigerer und weniger Tagschichten erfordernder, also wirtschaftlicherer Weise durchzuführen, war schon längst empfunden. Die bisherigen Versuche scheiterten indes fast ausnahmslos — wenigstens soweit die Entkrautung mit chemischen Mitteln in Betracht kam — daran, dafs sich die angepriesenen Giftstoffe nur ganz vorübergehend als wirksam erwiesen, im Laufe der Zeit sogar als gute Düngermittel entpuppten.

Erst die neuere Zeit mit ihrer Wirtschaftsnot hat dieses Bedürfnis in weiten Kreisen, vor allem auch in denen der chemischen Industrie, klarer erkennen lassen und aus dieser Erkenntnis — begünstigt auch durch zufällige Beobachtungen — sind Abfallprodukte dieser Industrie als wirksame und billige Unkrautzerstörer entdeckt worden. Heute wird eine gröfsere Anzahl solcher Mittel angeboten, ein Teil kann bereits als bewährt angesehen werden.

Aufser den chemischen Unkrautvertilgungsmitteln sind aber auch gut wirkende Maschinen bekannt geworden, die das Unkraut mechanisch entfernen, wie die Maschine mit dem reizenden Namen »Ferrodesherbeuse« von dem Schweizer Scheuchzer und die Maschine der Maschinenfabrik Harder in Altdamm bei Stettin. (Siehe »Gleistechnik« 1925, Heft 18 und 20 und Organ 1926, Heft 3.)

Eine Übersicht über den Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren dürfte in der jetzigen Zeit des Beginns der Unkrautvertilgung einigem Interesse begegnen.

1. Das älteste und bisher als wirksamst erprobte Mittel ist der Schwefelkiesabbrand aus Meggener-Kiesen, der in einer Stärke von etwa 5 cm aufgebracht, infolge der Auslaugung von Zinkoxyd, jede Vegetation auf 4 bis 5 Jahre zerstört, freilich aber auch Eisen durch Rostbildung angreift, Holz dagegen konserviert.

Schwefelkiesabbrand ist aber schwer erhältlich. Wo er zu haben ist, sollte man nicht säumen, ihn zur Unkrautvertilgung zu verwenden. Die einmalige Arbeit für 4 bis 5 Jahre macht ihn zum billigsten und bequemsten Unkrautvertilgungsmittel.

2. Als sehr brauchbar haben sich die 1925 in den Handel gekommenen beiden chemischen Mittel »Natriumchlorat« der Chemischen Fabrik Elektron Griesheim-Frankfurt a. M. (100 kg kosten 35 ℳ), ein Abfallprodukt der Zündwarenindustrie und »Unkraut-Ex« der Firma Stolte & Charlier, Hamburg, erwiesen (100 kg kosten 95 ℳ), ein eigens für die Unkrautvertilgung hergestelltes chemisches Mittel. »Unkraut-Ex« wird — solange sein Preis fast der dreifache wie für »Natriumchlorat« ist — sich schwer durchsetzen können.

Bei stark verkrauteten Stellen wird im Frühjahr und Herbst ein Besprengen mit 2 bis 4% Lösung notwendig, im Laufe der Zeit wird mit einem einmaligen Sprengen im Frühjahr auszukommen sein. Von »Unkraut Ex« wird behauptet, dafs es wirksamer sei und eine einmalige Sprengung im Jahr genüge. Dies kann erst auf Grund umfangreicherer, längerdauernder Versuche einwandfrei festgestellt werden. Nach meinen bisherigen Beobachtungen genügt eine jährlich einmalige Sprengung nicht.

Das Verfahren wird in seiner vollen Wirtschaftlichkeit erst ausgewertet werden können, wenn Kesselwagenzüge (für jede Reichsbahndirektion einer) beschafft sind, deren Inhalt ausreicht, um eine Strecke oder ein Gleis zwischen zwei Wasserstationen (ca. 20 km) in einem Zuge zu besprengen.

Im Bezirke der Reichsbahndirektion Nürnberg läuft zur Zeit bereits ein solcher Kesselwagenzug mit vier Wagen, der aus alten ausgemusterten Fäkalienwagen hergerichtet und zusammengestellt wurde und auf der Abbildung zu sehen ist (siehe auch »Bahnbau« 1926, Nr. 5, Seite 59).

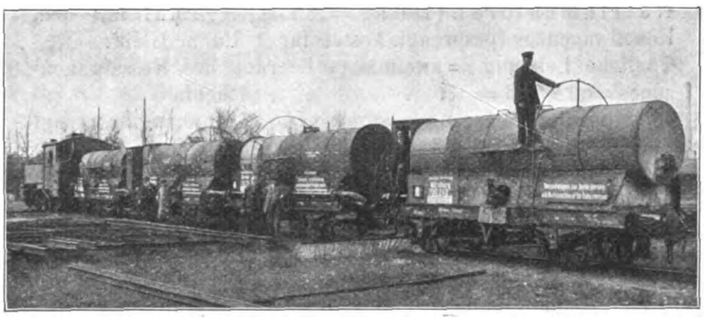
Nur der vorderste Wagen trägt die eigentliche Sprengvorrichtung, die übrigen Wagen führen durch Verbindungsschläuche ihren Inhalt dem vorderen Wagen zu.

Die Lochungen der Rohre sind so gewählt, dafs etwa bei 6 km/Std. Geschwindigkeit eine volle ausgiebige Besprengung der Fufsbänke usw. stattfindet.

Da der Boden möglichst nach Regen besprengt werden soll und dies für einen ununterbrochenen Umlaufbetrieb nicht ausführbar erscheint, werden bei trockener Witterung die zu besprengenden Strecken erst mit reinem Wasser besprengt, um die nötige Bodenfeuchtigkeit bis auf die Pflanzenwurzeln herab herzustellen.

Das Fassungsvermögen eines Wagens ist 9 cbm, der Zug fafst also 36 cbm.

Die Versuche zeigten, dafs mit 36 cbm etwa 15 km Gleis besprengt werden können. Die Kessel laufen in $2^1/_2$ Stunden leer.



Kesselwagenzug für das Besprengen von Bahnstrecken mit einer Unkraut vertilgenden Flüssigkeit.

Die Sprengvorrichtung ist einfach und kann durch eine Eisenbahnwerkstätte an jedem Wagen leicht angebracht werden. Als Bedingung ist nur zu stellen, dafs die auf volle Fufsbankbreite (bis 3 m von der äufseren Schiene) ausladenden Rohre beweglich sein müssen, damit sie bei einem etwaigen seitlichen Anstreifen nicht abbrechen, ferner, dafs Fufsbänke, seitliche Bettung, Gleismitte und Achse zwischen den Gleisen je getrennt nach Bedarf besprengt werden können.

Diese Einrichtung ist so einfach, dafs ihre Beschreibung nicht nötig erscheint.

Eine tägliche Leistung von 30 km und Gleis ist ohne Schwierigkeit selbst auf stark belegten Strecken zu erreichen.

3. Was die mechanische Entkrautung mittels der Maschinen (Scheuchzer und Harder) anlangt, so mufs zunächst als wesentlich hervorgehoben werden, dafs die Scheuchzer-Maschine lediglich die Bettung reinigt, nicht aber die Fufsbänke, was als grofser Mangel empfunden wird.

Die Maschine ist aber überall da zu empfehlen, wo die Bettung selbst derartig vernachlässigt und verkrautet ist, dafs eine gründliche Behandlung notwendig erscheint, um wieder einen normalen Unterhaltungszustand herzustellen und später mit chemischen Mitteln weiter arbeiten zu können.

Die Maschine arbeitet tadellos und leistet im Tag bis 30 km und Gleis.

Über ihre Bauart und Arbeitsweise siehe Organ 1926, Heft 3.

Die Hardersche Maschine (siehe Gleistechnik 1925, Heft 20) weist gegenüber der Scheuchzer-Maschine den wesentlichen Vorteil auf, dafs sie auch das Unkraut auf den Fufsbänken entfernt. Über die Bewährung und Tüchtigkeit der Maschine kann ich aus eigener Erfahrung leider kein Urteil fällen, sondern mufs dies einer berufeneren Feder überlassen.

Digitized by Google

Vor allem wäre wissenswert, wie die Hardersche Maschine seitliche Hindernisse wie Kilometersteine, Signale, Randsteine usw. überwindet.

Die Scheuchzer-Maschine kann in solchen Fällen die Messer und den Pflug rasch hochheben und ausweichen.

Die unten folgenden wirtschaftlichen Angaben über die Harder-Maschine können nur insoweit als zuverlässig gelten, als die Angaben über die tägliche Leistung der Maschine und ihre Beschaffungskosten, die ich nicht nachprüfen kann, zutreffend sind (siehe Gleistechnik 1925, Heft 20).

Kostenvergleich der einzelnen Verfahren:

1. Schwefelkiesabbrand (5 cm hoch), Wirkungsdauer 4 bis 5 Jahre, 10 t Schwefelkies kosten 35 ℳ, Arbeitskosten hierfür 17 ℳ. 1 lfd. m Fufsbank 40 cm breit mit Schwefelkies belegt kostet 0,17 ℳ . . . . . .

daher kostet $\frac{\text{1 lfd. m im Jahr 0,17}}{\text{4 bzw. 5 Jahr}} = \begin{matrix} 0{,}043\ ℳ \\ \text{bzw.} \\ 0{,}034\ » \end{matrix}$

2. Natriumchlorat (100 kg = 35 ℳ) einmal mit dem Kesselwagenzug gesprengt kostet für 1 lfd. m Gleis:

Tägliche Leistung = zweimalige Leerung des Kesselwagenzuges = 2 × 36 = ... 72 cbm
bei einmaliger Leerung . . . . . 15000 qm besprengt
sohin in 1 Tag 2 × 15000 = . . 30000 qm
beziehungsweise 30 km Gleis.

Für jeden Wagenzug bei 2% Lösung nötig je ca. 720 kg Natriumchlorat

täglich 2 × 720 × 0,35 ℳ = ...	510 ℳ	
Kosten der Lokomotive mit Bemannung und Kohlen täglich	200 »	292 ℳ
dazu 1 Vorarbeiter	8 »	
3 Arbeiter	19 »	
Wasser 2 × 36 cbm × 0,20	15 »	
Reparatur, Tilgung und Verzinsung des Wagenzuges auf einen Tag	50 »	
somit Kosten pro Tag	802 ℳ	

daher kostet 1 qm oder 1 lfd. m Gleis $\frac{802}{30\,000} = 0{,}028$ ℳ.

Spritzen mit reinem Wasser $\frac{292}{30\,000} = 0{,}01$ ℳ/qm oder lfd. m.

In den ersten Jahren wird unbedingt mit einer zweimaligen Besprengung mit Natriumchlorat zu rechnen sein

daher 2 × 0,028 ℳ = 0,056 = 5,6 Pfg./lfd. m und, wenn bei der zweimaligen Besprengung einmal mit reinem Wasser vorgenäfst werden mufs, 5,6 + 1,0 = 6,6 Pfg./lfd. m.

Unkraut-Ex (100 kg = 95 ℳ) einmal mit dem Kesselwagen gesprengt kostet für 1 lfd. m Gleis:

Tägliche Leistung wie vor 30000 qm oder 30 km Gleis.
Für jeden Wagenzug bei 2% Lösung nötig je ca. 720 kg Unkraut-Ex

täglich 2 × 720 × 0,95 = ...	1350 ℳ	
Kosten der Lokomotive usw. wie oben =	200 »	292 ℳ
dazu 1 Vorarbeiter	8 »	
3 Arbeiter	19 »	
Wasser wie oben	15 »	
Reparatur, Tilgung usw. wie oben . .	50 »	
	1642 ℳ	

daher kostet 1 qm oder 1 lfd. m Gleis $\frac{1642}{30\,000} = 0{,}035$ ℳ

Spritzen mit reinem Wasser wie oben 0,01 ℳ/qm oder 1 lfd. m.

Auch mit Unkraut-Ex wird m. E. in den ersten Jahren eine zweimalige Sprengung nötig, daher

2 × 0,055 = 0,11 ℳ = 11 Pfg./lfd. m und, wenn bei der zweimaligen Sprengung im Jahr einmal mit reinem Wasser vorgenäfst werden mufs,

11,0 + 1,0 = 12,0 Pfg./qm oder lfd. m.

Wenn wie behauptet wird, bei Unkraut-Ex tatsächlich eine einmalige jährliche Sprengung genügend ist, so würden sich die Kosten auf 5,5 bzw. 6,5 Pfg./qm oder lfd. m ermäfsigen und die beiden Giftmittel Natriumchlorat und Unkraut-Ex als gleich teuer in der Verwendung sich ergeben. Doch haben die bisherigen Erfahrungen dies noch nicht bestätigt.

3. Mechanische Entkrautung durch die Scheuchzer-Maschine:

Kosten pro Maschinen-Wagen und km . . .	75 ℳ
Kosten der Lokomotive, der Heizstoffe, der Bedienung usw. auf 1 km	10 »
Kosten der Nacharbeit mit Hand auf 1 km . .	50 »
	135 ℳ/km
hierzu 25% Verwaltungskosten	35 »
zusammen:	170 ℳ/km

somit 1 lfd. m Gleis
einmal im Jahr 0,17 ℳ/lfd. m
zweimal » » 0,34 » /lfd. m.

Auch hier mufs in den ersten Jahren mit einem zweimaligen Entkrauten gerechnet werden.

Tägliche Leistung bei achtstündiger Arbeitszeit bis 30 km.

4. Maschine Harder:

Abschreibung für den Gleisentkrauter (Preis 3800 ℳ) 20% = ...	760 ℳ
Verzinsung 10%	380 »
Instandhaltung und Ersatzteile	570 »
	1710 ℳ.

Kosten also auf 1 km:

Jährliche Leistung in 6 Monaten zu 25 Arbeitstagen = 1350 km,

Kosten auf 1 km $\frac{1710}{1350} = 1{,}27$ ℳ.

Für Lokomotive und Bedienung auf 1 km = ...	10,00 ℳ	81,27 ℳ/km somit
Nacharbeit mit Hand . .	70,00 »	

1 lfd. m einmal 0,08 ℳ
1 lfd. m zweimal 0,16 ℳ.

Tägliche Leistung bei achtstündiger Arbeitszeit rund 9 km.

5. Demgegenüber kostet die jährliche Handarbeit erfahrungsgemäfs je nach der stärkeren oder geringeren Verkrautung 200 bis 300 ℳ/km Doppelbahn oder auf 1 lfd. m Gleis 0,10 bis 0,15 ℳ.

Die Reihenfolge der Entkrautungsverfahren nach der Wirtschaftlichkeit ist daher folgende (siehe auch Gleistechnik 1925, Heft 20).

	1 lfd. m. Gleis und Jahr
1. Schwefelkiesabbrand (Arbeit nur alle 4 bis 5 Jahre nötig) . .	3,4 bis 4,3 Pfg.
2. Natriumchlorat (2 mal im Jahr)	5,6 » 6,6 »
3. Unkraut-Ex (2 mal im Jahr) .	11,0 » 12,0 »
(1 mal im Jahr) .	5,5 » 6,5 »
4. Handarbeit (im Jahr)	10,0 » 15,0 »
5. Maschine Harder (2 mal im Jahr)	16,0 Pfg.
6. Maschine Scheuchzer (2 mal im Jahr)	34,0 Pfg.

Handarbeit ist also billiger wie die Entkrautung mit Maschinen.

In einem Bezirk von 120 km Doppelbahn (freie Strecke) kostet also die Entkrautung mit Schwefelkies im Jahr:

2 × 120 × rund 40 ℳ = rund 10 000 ℳ.

Mit Hand 120 × 200 bzw. 300 = rund 24 000 bzw. 36 000 ℳ.

Digitized by Google

Es können daher jährlich bei Verwendung von Giftmitteln für einen Bauinspektionsbezirk

14000 bis 26000 ℳ

für Entkrautung erspart werden, das heifst, es können 20 bis 30 Zeitarbeiter im Sommer für andere, nützlichere Unterhaltungsarbeiten frei gemacht werden.

Nach dem vorstehenden steht fest, dafs die Unkrautvertilgung mit Schwefelkiesabbrand weitaus am billigsten, die mit der Scheuchzer-Maschine weitaus am teuersten ist (10 mal so teuer). Praktisch wird aber doch weder das erstgenannte Verfahren ausschliefslich angewendet werden können, weil Schwefelkiesabbrand (Meggener) nur schwer erhältlich ist, noch das andere Verfahren grundsätzlich abzulehnen sein, weil dieses bei ganz vernachlässigten Strecken, in denen das Unkraut eine dichte, verfilzte Decke bildet, das einzige Mittel ist, um wenigstens wieder rasch einen normalen Unterhaltungszustand herzustellen.

Schliefslich soll der Vollständigkeit halber nicht unerwähnt bleiben, dafs bei Verwendung von Natriumchlorat eine gewisse Vorsicht notwendig ist, da dieses als starker Sauerstoffträger (es wird bekanntlich in der Zündmittelindustrie verwendet) in Verbindung mit organischen Stoffen (trocken) wie z. B. Gras, Holz, Wolle usw. stark feuergefährlich ist. Natriumchlorat allein kann nicht entzündet werden. Bei 2 % getrockneter Lösung ist nach den von mir durchgeführten Versuchen eine Brandgefahr bei Gras und Schwellen vollkommen ausgeschlossen, dagegen können z. B. mit 10 % Lösung besprengte Schwellen nach Verdunstung des Wassers durch glühende Kohlenstücke, die der Lokomotive entfallen, rasch in Brand gesetzt werden — rascher als dies sonst möglich ist.

Wenn sich die ausführenden Arbeiter dieser Eigenschaften des Natriumchlorats bewufst sind und es strenge vermeiden, reines Natriumchlorat oder hochprozentige Lösungen an die Kleider, Handschuhe, oder auf die Schwellen, oder Grasflächen usw. zu bringen (z. B. beim Einbringen des Pulvers in die Sprengwagen), ist jede Gefahr ausgeschlossen.

Die Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Natriumchlorat kann durch die obige Eigenschaft in keiner Weise geschmälert werden.

Zur Frage der wirtschaftlichen Linienführung.

Von Hochschulprofessor Dr. **Alfred Birk**, Prag.

Die Erörterungen des Oberregierungsbaurates W. Weber im 1. Hefte des laufenden Jahrganges sind sehr zutreffend. Sie decken sich in ihrem Grundsatze mit den Darlegungen über Linienführung und Vergleich verschiedener Linien (Varianten) in meinem Buche »Der Wegebau« *). Der Ingenieur kommt verhältnismäfsig selten in die Lage, unabhängig von anderen Einflüssen, nur auf technischer und wirtschaftlicher Grundlage stehend, einen Vergleich zwischen mehreren Verbindungsmöglichkeiten entfernt liegender wichtiger Punkte zu ziehen. Der Kleinstwert der Summe der Bau- und der kapitalisierten Betriebskosten ist nicht immer allein entscheidend und kann es auch nicht immer sein. Es sprechen bei der Entscheidung gewöhnlich andere schwerwiegende Gründe mit. Weber zählt eine Reihe solcher mafsgebender Umstände auf. Ich möchte nur noch hinzufügen, dafs bei Hauptverkehrsadern nicht selten politische Erwägungen in Betracht kommen; bei Lokal- und Kleinbahnen, aber auch bei kürzeren Teilstrecken von Hauptbahnen spielt sehr oft die gröfsere oder kleinere Bereitwilligkeit der einen oder anderen Gemeinde, zu den Kosten des Bahnbaues beizutragen, oder auch mitunter der hervorragende Einflufs einer Persönlichkeit eine entscheidende Rolle bei der Festlegung der Linie. Das war vor Jahrzehnten der Fall — es wird wohl mehr oder minder auch in Zukunft der Fall sein.

Als im Jahre 1842 der Bau der südlichen Staatseisenbahn Wien—Triest möglichst im Anschlusse an die schon bestehende Eisenbahn Wien—Gloggnitz zur Erörterung kam, bereitete die Frage der Überschienung der Ausläufer der norischen Alpen an der Grenze zwischen Niederösterreich und Steiermark grofse Sorgen. Man fürchtete den Betrieb einer Bahn mit aufsergewöhnlich grofsen Steigungen, mit sehr kleinen Bogenhalbmessern und in den Alpenregionen. Da wurde der Vorschlag gemacht, die Bahn von Wiener Neustadt aus über Oedenburg und Steinamanger nach Graz zu führen, sie also im weiten Bogen zum Quellengebiete der Raab zu leiten. Der grofse Umweg schien bau- und betriebstechnisch weniger bedenklich, als die Gebirgsbahn, für die es damals noch keine Vorläufer, also auch keine Erfahrungen gab. Aber der Ausführung dieses Planes standen Hindernisse nationalpolitischer Natur entgegen, die schliefslich zum Weg über das Gebirge zwangen.

Dieselbe Staatseisenbahnlinie läuft zwischen Marburg und Cilli durch ein ungünstiges Gelände und läfst alle wichtigeren Ortschaften, trotz ihrer günstigeren Lage, abseits liegen. Ghega, der Bauleiter der Bahn war zu dieser Wahl der Linienführung gezwungen, weil sich die Ortschaften mit aller Entschiedenheit gegen die unmittelbare Einbeziehung in das Bahnnetz wehrten, aus Furcht vor wirtschaftlicher Schädigung. Heute freilich bedauern sie die Kirchturmpolitik ihrer Vorfahren und bringen Opfer für den Anschlufs an die Eisenbahn. Man kann — wie man sieht — gegen einen Bauleiter sehr ungerecht werden, wenn man über eine Linienführung urteilt, ohne alle Umstände zu kennen, die auf sie einwirkten.

Jede Schienenverbindung hat von vornherein eine ganz bestimmte Aufgabe zu erfüllen. Von den verschiedenen technisch möglichen Linien werden zunächst jene in Betracht kommen, die ihr am schärfsten entsprechen. Aus diesen, zur engeren Wahl gestellten Linien schliefslich die bauwürdigste zu bestimmen, wird Sache des Ingenieurs sein, der die Entscheidung vom Standpunkte der bau- und betriebstechnischen Wirtschaftlichkeit zu treffen hat.

Ein sehr lehrreiches Beispiel bietet die Tauernbahn, deren Bau vor einem Vierteljahrhundert begonnen wurde, so dafs die näheren Umstände. unter denen die Wahl der endgültigen Linie aus einer Reihe von Vorschlägen erfolgte, den jüngeren Ingenieuren mehr oder weniger fremd sein dürften.

Schon im Jahre 1868, also knapp ein Jahrzehnt nach der Eröffnung der Eisenbahn von Wien über Graz und Laibach nach Triest, erwies es sich als notwendig, dem wirtschaftlichen Niedergange des österreichischen Adriahafens durch Aufschliefsung eines gröfseren wirtschaftlich kräftigen Hinterlandes haltzusetzen und Triest in dem scharfen Wettbewerbe gegenüber den Nachbarhäfen zu stützen und zu heben. Eine zweite Eisenbahnverbindung mit Triest, die sich mehr gegen den Westen der Monarchie wendete, erschien unerläfslich. Die Beratungen und Verhandlungen im Abgeordnetenhause führten aber zu keiner Tat, klärten jedoch immer mehr die ganze Angelegenheit, so dafs diese wichtige Eisenbahnfrage in den achtziger Jahren doch eine bestimmte Fassung annahm. Ihre Lösung klang in der Forderung aus: Triest über Görz mit Villach und Klagenfurt, also mit Kärnthen und von hier aus über die »Tauern« (östlicher Teil der Zentralalpen) mit Salzburg und Süddeutschland durch eine Hauptbahn I. Ranges zu verbinden. Für diese letztere (nördliche) Teilstrecke kamen nun zehn verschiedene Linien in Betracht, die vom Eisenbahnministerium gründlich geprüft wurden. Der Hauptzweck der Verbindung war, den Weg von Villach (also Triest) nach Salzburg (und Süddeutschland) weitest abzukürzen. Das Eisenbahnministerium entschied sich für die Gasteiner Linie, die von Schwarzach—St. Veit (Bischofshofen—Wörgl) über Badgastein und Mallnitz nach Spittal a. d. Drau (Pustertaler Linie) läuft.

*) Vierter Teil, Linienführung der Strafsen- und Eisenbahnen.

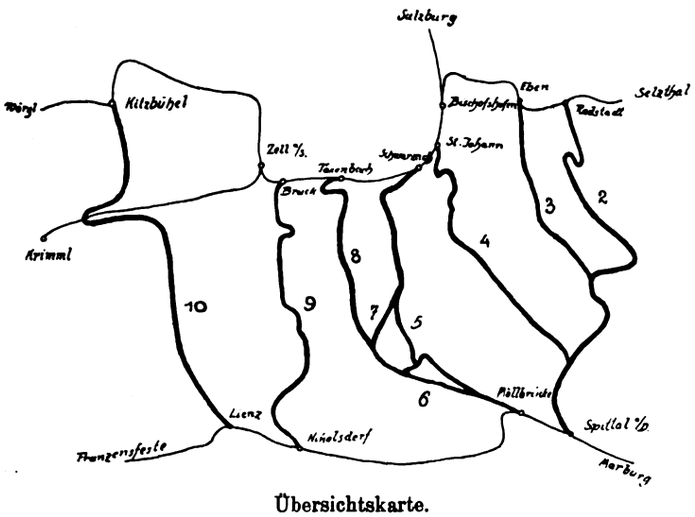
Digitized by Google

Übersicht.

Liniennummer*)	Benennung der Linien	Bau- Länge km	Tarif- Länge km	Höhe über dem Meere m	Erstiegene Höhe in der Richtung Nord Süd m	Erstiegene Höhe in der Richtung Süd Nord m	Länge des Wasserscheidetunnels in m	Vorberechnete Baukosten in Millionen Kr.	Kürzung der Verbindung Salzburg—Villach in km	Kosten für 1 km Wegkürzung Kr.
1	Rottenmanner Linie . .	57	75	1141	451	424	6550	40	32	1 250 000
2	Radstädter Linie . . .	102	124	1337	661	947	6325 5100	74	152	486 842
3	Zederhaus Linie. . . .	88	113	1253	537	849	8711 5100	74	170	435 249
4	Grofsarler Linie. . . .	82	104	1215	617	672	13500	86	187	459 893
5	**Gasteiner Linie . . .**	**77**	**101**	**1225**	**633**	**672**	**8470**	**60**	**176**	**340 909**
6	Flattacher Linie . . .	91	113	1225	633	672	8470	66	163	404 907
7	Fraganter Linie	82	105	1205	613	652	12300	80	171	467 836
8	Rauriser Linie	79	101	1238	533	685	14300	94	156	602 564
9	Fuscher Linie	73	96	1310	557	678	9300 5700	84	107	785 047
10	Felbertauern Linie (Kitzbühel—Lienz)	106	133	1216	732	795	4000 17300	114	6	19 000 000

*) Vergl. Abbildung; Linie 1 wurde als zu weit östlich liegend nicht eingezeichnet.

Von den zehn Wahllinien waren die erste und die letzte — die Rottenmanner und die Felbertauern Linie — von vorneherein auszuscheiden, weil sie die für den In- und Auslandverkehr in Frage kommenden Verbindungen nur unwesentlich



Übersichtskarte.

kürzen würden; die Felbertauern Linie wäre von besonderer Bedeutung für Tirol gewesen; aber dies kam im vorliegenden Falle nicht in Betracht. Auch die Radstädter und die Zederhaus Linie hätten vor allem örtliche Verkehrsbedürfnisse befriedigt; ihre Wahl erregte auch wegen der in ihren oberen Strecken ungünstigen Witterungsverhältnisse ernste Bedenken vom betriebstechnischen Standpunkte aus. In engere Wahl traten die Grofsarler, die Gasteiner und die Fraganter Linie. Die Flattacher Linie weicht nur auf der Südrampe von der Gasteiner Linie insofern ab, als sie hier an Stelle der 5 km langen Schleife eine im Flattacher Tale kehrende, 19 km lange Entwicklung aufweist. Von den drei endgültig bestimmten Wahllinien hätte die Grofsarler die gröfste Wegkürzung hervorgebracht, aber diese wäre unverhältnismäfsig teuer erkauft worden. Ein noch höherer Kostenbetrag für 1 km Wegkürzung ergab sich bei der Fraganter Linie. So fiel die Entscheidung zugunsten der Gasteiner Linie, die eine ansehnliche Wegkürzung mit dem kleinsten Bauaufwande ergab, die also technisch, wirtschaftlich und verkehrspolitisch als die beste erschien. Diese Linie besitzt noch einen grofsen örtlichen Vorteil: sie zieht das Weltbad Gastein in das zwischenstaatliche Eisenbahnnetz ein; das bedeutete auch unmittelbar Geldgewinn, denn früher oder später wäre ein Schienenanschlufs Gasteins an eine Hauptbahn unabweislich geworden.

Ich habe für die zwei im engsten Wettbewerbe gestandenen Linien: die Grofsarler und die Gasteiner, die mafsgebenden Arbeitshöhen nach Dr. Örley (vergl. Organ 1922, Heft 3) auf Grund der allgemeinen Längenschnitte, die der Regierungsvorlage über die zweite Eisenbahnverbindung nach Triest beigeschlossen waren, und unter Annahme einer für die Tauernbahn gebauten Güterzuglokomotive berechnet. Die Arbeitshöhen verhalten sich wie 1 : 1,009. Die beiden Linien waren also nahezu gleichwertig in bezug auf die für 1 t Rohwagenlast aufzuwendende Zugförderungsarbeit.

Persönliches.

Geheimer Rat Dr. Ing. e. h. Manfred Krüger†.

Am 25. August 1926 ist in Dresden der Geheime Rat Dr. Ing. e. h. Hans Manfred Krüger nach einem reichen, tatenfrohen Leben verschieden.

Der Verstorbene war am 7. Oktober 1852 in Dresden als Sohn des Hofbaumeisters Krüger geboren. Nachdem er in seiner Vaterstadt die Annen-Realschule besucht hatte, bezog er im Alter von 17 Jahren die Polytechnische Schule zu Dresden, um die Bauingenieur-Wissenschaften zu studieren. 1870 unterbrach er sein Studium und eilte in jugendlicher Begeisterung zu den Fahnen; als Einjährig-Freiwilliger der Artillerie machte er den Krieg gegen Frankreich mit, der Deutschland die Einigung brachte. Nach dem Kriege nahm er sein Studium wieder auf und schlofs es 1875 mit der Hauptprüfung erfolgreich ab.

Noch im selben Jahre trat er bei den vorm. Kgl. Sächsischen Staatseisenbahnen als Hilfstechniker in Dienst. Die Amtsbezeichnungen, die Krüger im Anfang seiner Laufbahn nach

Digitized by Google

und nach führte, lassen Entwicklungen und Entfaltungen im Ingenieurberuf wieder lebendig werden: Krüger wurde 1877 Ingenieur-Assistent, 1888 Bauingenieur-Assistent 1. Klasse, 1889 Sektionsingenieur, 1893 Bauinspektor, 1898 Baurat. Krüger kam bei seinem Dienstantritte in eine Zeit starken Aufschwungs, in Sachsen ging damals die Verstaatlichung der Privatbahnen mit einer lebhaften Neubautätigkeit Hand in Hand. So kam es, dafs Krüger, dessen hervorragende Fähigkeiten an leitender Stelle bald erkannt wurden, schon in jugendlichem Alter vor bedeutende Aufgaben gestellt wurde. Unter den Bauentwürfen, die er beim technischen Hauptbüro der Generaldirektion bearbeitete, sind die bedeutendsten die Pendelpfeiler-Brücke über das Oschützthal bei Weida und die Gerüstpfeiler-Brücke bei Mittweida im Erzgebirge. Diese Brücken, die jetzt auf eine Lebenszeit von rund 40 Jahren zurückblicken, bilden heute noch eine Zier der Sächsischen Bahnen: von gediegenster technischer Durchbildung, sind sie zugleich mit künstlerischem Feingefühl in anmutige Landschaften gestellt. Nachdem sich Krüger weiterhin an verschiedenen Stellen des Landes beim Neubau von Bahnen betätigt hatte, zog ihn der Geheime Baurat Köpcke, damals wohl die hervorstechendste Gestalt unter den sächsischen Ingenieuren, an sich heran. Krüger entwarf nach Köpckes Grundgedanken die bekannte Strafsenbrücke über die Elbe zwischen Loschwitz und Blasewitz, die als in sich steife Hängebrücke in der Geschichte des deutschen Brückenbaues eine Besonderheit bildet. Nachdem Krüger noch den Bau dieser Brücke erfolgreich durchgeführt hatte, übernahm er 1893 die Leitung der Bahnhofsbauten in Dresden-Neustadt, eines wichtigen Teiles der damaligen Dresdener Bahnhofumbauten. In diesem Rahmen erstellte Krüger -- wieder unter dem Einflufs Köpckes — ein eigenartiges, wohlgelungenes Bauwerk, nämlich die viergleisige Eisenbahnbrücke über die Elbe in Dresden, die im wesentlichen aus einer Art durchlaufender eiserner Bogenbalken mit gleichbleibendem Horizontalschub gebildet ist. Auch die Bahnhofhallen in Dresden-Neustadt zeugen rühmlich von Krügerschem Geiste: von sicherstem statischem Gefühl eingegeben, fallen sie besonders durch eine klare, folgerichtige, wohltuende Linienführung angenehm auf. Nach der Beendigung der Dresdner Bahnhofsbauten wurde Krüger die Leitung des Brückenbaubüros bei der Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen übertragen; in dieser Tätigkeit hat er so manche eigenartige Lösung für Brückenbauten ins Leben gestellt, aber auch wichtige neue Grundlinien für Regelbauweisen gezogen.

Das Jahr 1903 bedeutete für Krüger ein Wendepunkt. Als Nachfolger Köpckes trat er in diesem Jahre in die Eisenbahnabteilung des Kgl. Sächsischen Finanzminsterium über, wurde dabei Oberbaurat, 1905 Geheimer Baurat (Vortragender Rat) und 1915 Geheimer Rat. Für einen grofsen Teil des sächsischen Bahnnetzes war er richtunggebend im Linienneubau, für Betriebsumbauten wie in der Betriebsführung. Weitausschauende Planungen hat sein reger Geist hervorgebracht, fast alle fanden den Weg vom Wunsch zur Erfüllung. Wieder waren es die Dresdner Verkehrsverhältnisse, denen seine besondere Sorge galt. Daher konnte, als Krüger im Jahre 1921 mit dem Übergange der Sächsischen Staatseisenbahnen auf das Reich Stift und Feder aus der Hand legte, beim Abschied ein geistreicher Redner mit Recht jene Inschrift auf Krüger anwenden, die auf einer Gedenktafel in der St. Paulskirche zu London steht und das Gedächtnis des Erbauers feiert: si monumentum requiris, circumspice!

Selbstverständlich beschränkte sich das Wirken eines so reichen Geistes nicht auf den Dienst allein. Seine Tätigkeit als Mitglied (später als stellvertretender Vorsitzender) des Technischen Oberprüfungsamtes stand noch in einer gewissen Bindung zu seinem Amte; gerade als Prüfender war er so manchem jungen Fachgenossen Antrieb und Anregung in einer Eindruckstiefe, die fürs Leben vorhält. Als Gutachter und Preisrichter war er nicht nur in seinem engeren Vaterlande, sondern weit darüber hinaus gesucht und geschätzt.

Die allgemeine Wertschätzung, deren sich Krüger zu erfreuen hatte, fand auch einen Niederschlag in zahlreichen Ordensauszeichnungen, ferner darin, dafs ihn die Technische Hochschule Dresden in Würdigung seiner Verdienste um den Brückenbau und den Eisenbahnbau zum Dr. Ing. ehrenhalber ernannte.

Ein Lebensbild Krügers wäre unvollständig, gedächte man nicht auch seines Geistes- und Charakterbildes. Als Ingenieur war er mit scharfem, streng sichtendem Verstande, mit feinem Formgefühl, mit echt wissenschaftlichem Geiste begabt. Als Beamter war er von einer Entschlufsfreudigkeit, die jedem Reiterführer Ehre gemacht hätte; schwierigen Fragen und Entscheidungen ist Krüger nie ausgewichen. Als Vorgesetzter hielt er es mit jenem Klange, den er dort gibt, »wo Starkes sich und Mildes paarten«. Als Mensch war er von lauterster, ehrenhaftester Gesinnung.

So steht sein Bild in unserem Gedenken fest. Sein Wirken ist mit seinem Tode nicht zu Ende: ein Hauch von seinem Geiste, seinem Wesen wirkt in allen fort, die je in seinen Bannkreis traten.

Dr. Bloss.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926.

Insoweit die Ausstellung in Basel auch die Wasserkraftausnutzung zur Darstellung bringt, ist sie bei der Ausdehnung des elektrischen Bahnbetriebs auch für das Eisenbahnwesen von Interesse und wir bringen daher nachstehend einen kurzen Bericht über das hier Einschlägige.

Deutschland besitzt Wasserkräfte von etwa 6 Millionen PS und könnte daraus 25 bis 30 Milliarden kWh jährlich gewinnen, 1,5 Milliarden werden z. Zt. hiervon gewonnen.

Die aus der Wasserkraft gewonnene elektrische Energie für den Bahnbetrieb heranzuziehen, hat man bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erst in Bayern begonnen, über dessen Wasserkraftwirtschaft auf der Ausstellung in der Deutschen Abteilung eine gröfsere Anzahl von Karten, Plänen und Modellen unterrichten. In einem Generalplan für den Ausbau der bayerischen Grofswasserkräfte, deren Ausbaugröfse über 2 Millionen kW beträgt, ist die geplante Verwertung der Wasserkräfte für die allgemeine Elektrizitätsversorgung, den elektrischen Bahnbetrieb und für industrielle Zwecke angegeben. Man beabsichtigt, die Elektrizitätsversorgung Bayerns künftig möglichst auf Wasserkraft abzustellen und die Wärmekräfte nur zur Ergänzung heranzuziehen. Eine besondere Darstellung zeigt die Grofskraft-Verteilung in Bayern, in der auch die Bahnstromspeiseleitungen mit den Speisepunkten kenntlich gemacht sind. Besondere Pläne sind dem Walchenseewerk gewidmet, das bei 117600 kW Ausbauleistung und 24500 kW mittlerer Leistung zu 1/3 für den Bahnbetrieb bestimmt ist. Ebenso behandelt sind die Kraftwerkanlagen der „Mittleren Isar", von denen die drei Kraftwerke Finsing, Aufkirchen und Eitting mit 56700 kW Ausbau- und 42000 kW mittlerer Leistung in Betrieb sind, während das Kraftwerk Pfrombach noch angeschlossen wird. Im Kraftwerk Aufkirchen sind besondere Maschinen für den Bahnbetrieb mit Einphasenstrom aufgestellt; das gleiche wird in Pfrombach erfolgen. In einem besonderen Schaubild für die Stromversorgungsanlage das „Bayernwerk" ist die Deckung des Energiebedarfs durch das Speicherwerk Walchensee und das dreistufige Flufswerk „Mittlere Isar" gezeigt.

Die Österreichischen Bundesbahnen zeigen in zahlreichen Plänen, Bildern, Modellen die Anlagen zur Elektrisierung der Eisenbahnen, die in diesem Lande seit dem Kriege infolge des

Digitized by Google

Verlustes seiner Kohlenvorkommen durch die Friedensverträge von besonders grofser Bedeutung ist. Die Arbeiten zum Ausbau der Strecken für den elektrischen Betrieb und der Wasserkraftwerke zur Erzeugung der elektrischen Energie werden mit dem gröfsten Nachdruck gefördert. Die Arlberglinie von Lindau bis Innsbruck wird bereits elektrisch betrieben und die Elektrisierung der Strecken Innsbruck—Salzburg, Kufstein—Wörgl und Innsbruck—Brenner ist in der Ausführung begriffen. Die Stromlieferung erfolgt zum Teil durch bahneigene Kraftwerke, von denen das Ruetzwerk mit einer Jahresleistung von 39 Millionen kWh und das Spullerseewerk mit einer Jahresleistung von 25 Millionen kWh in Betrieb, das Stubachwerk mit 34 Millionen kWh und das Mallnitzwerk mit 50 Millionen kWh im Bau sind. Strombezug für Bahnzwecke wird aus den im Bau befindlichen allgemeinen Elektrizitätsanlagen, dem Achenseekraftwerk und Kraftwerk Steeg erfolgen. Die bahneigenen Werke stehen untereinander durch elektrische Leitungen in Verbindung, so dafs speicherlose Grundbelastungswerke mit Speicher- und Spitzendeckungsanlagen zusammen arbeiten können.

Besonders eindrucksvoll haben die Schweizerischen Bundesbahnen ihre Anlagen in einem besonderen Saal zur Darstellung gebracht. An den Wänden sind Karten der Kraftwerke und ihrer Bestandteile, wie Turbinen, Stromerzeuger und Schaltanlagen, dargeboten. Besondere Reliefmodelle zeigen die Kraftwerke Barberine, Ritom, Vernayaz, das Ausgleichbecken am Pfaffensprung, die Unterwerke Giornico und Stein. Auch Einzelteile einer Kraftanlage wie ein Wasserschlofs, eine Apparatenkammer, eine Druckleitung mit Druckstollen und Übertragungsleitungen, ein Kugelschieber, eine Peltonrad-Turbine mit Stromerzeuger der Anlage in Vernayaz u. a. sind zu sehen. Die Anlage einer Hochspannungsleitung ist als Panorama sehr gut veranschaulicht und Modelle einer 2 C 1 und 2 D 1 Schnellzug-Lokomotive, einer 1 B-B 1 Personenzug-Lokomotive und einer 1 C-C 1 Güterzug-Lokomotive geben einen Einblick in die Betriebsmittel der Bahnen. Den Mittelpunkt der Darbietungen bildet ein Diorama der elektrisierten Gotthardbahn auf der Südseite unterhalb Giornico, zu dem man nur durch einen Tunnel Zutritt hat; die Wände desselben sind mit beleuchteten Diapositiven ausgestattet, die wichtige technische Punkte der Bahnen an ihren Kraftwerken, Unterwerken, Leitungsanlagen zeigen. Bei den Unterwerken ist die grofse Verwendung von Freiluftanlagen beachtenswert. Von den 20 Unterwerken sind nur fünf als gemauerte ausgeführt. Bei den Freiluftwerken mufs allerdings die Isolation besser gehalten werden als bei den geschlossenen und stellt sich insofern teuerer, doch werden an Gebäudekosten etwa 20 % gespart, was einen wesentlich gröfseren Betrag ausmacht als die Mehrkosten der Isolation. Im Schaltgebäude befinden sich nur die Steuerwerke, während alle übrigen Teile wie Verteilungsschienen, Transformatoren, Schalter, Trennungsmesser, Überspannungsschutz, im Freien liegen. Die Freiluft-Unterwerke können auch leicht und mit geringen Kosten vergröfsert werden. Die Bundesbahnen beziehen ihren Strom ausschliefslich aus bahneigenen Wasserkraftwerken. Die für den Bahnbetrieb verfügbare Leistung betrug im Jahre 1925: 139000 kW.

In der Abteilung Italien wird die Elektrisierung der Eisenbahnen von dem italienischen Verkehrsministerium behandelt. Auch verschiedene Drehstrom-Lokomotiven mit 2000 kW Leistung für 10 000 Volt Spannung und ein fahrbares Unterwerk mit 2250 kVA Leistung, 10 000/3700 Volt sind ausgestellt. Der elektrische Betrieb von Eisenbahnen und Tramways nimmt jetzt jährlich 1650 Millionen kWh in Anspruch.

In der in besonderer Halle veranstalteten Industrieschau haben die verschiedenen Länder wie Deutschland, Österreich, Schweiz, Italien, Frankreich, ihre Erzeugnisse an maschinellen und elektrischen Teilen für die Einrichtung der Wasserstrafsen und Wasserkraftanlagen ausgestellt. Für Bahnanlagen interessieren im besonderen die Transformatoren, das Kabel-, Leitungs-Schaltmaterial, wie eine Haefely-Prüfanlage für 300 kV für die Schweizerischen Bundesbahnen, die im Freien zur Aufstellung gelangt. Der zugehörige Transformator ist auf etwa 1 m langen Stützisolatoren aufgestellt, die aus zwei gufseisernen Schuhen bestehen. Diese sind durch ein nach einem besonderen Verfahren bearbeitetes Holz isoliert verbunden. Brown, Boveri & Cie., Baden haben einen Quecksilberdampf-Grofsgleichrichter und Schnellschalter für 5000 Volt Gleichstrom und 1250 kVA Leistung zum Anschlufs an 66 kV Drehstromspannung ausgestellt, der für kurzdauernde Kurzschlüsse besonders eingerichtet ist und sich demzufolge für Zugförderung besonders eignet. Der Schnellschalter arbeitet in Verbindung mit einem selbsttätigen Einschaltwerk, das bei Kurzschlüssen den Schalter in mehreren, immer gröfser werdenden Zeitspannen von Sekunden wieder einzuschalten versucht, bis nach vergeblich gebliebenen Versuchen über 2 bis 3 Minuten Dauer die endgültige Abschaltung erfolgt.

Przygode.

Werkstätten, Stoffwesen.

Werkorganisation im Lokomotivbau bei der Paris-Orleans-Bahn.

Dafs auch im Auslande auf dem Gebiete der Werkorganisation in Fahrzeug-Ausbesserungsstellen gearbeitet wird, zeigt ein im Railw. Eng. im September 1925 erschienener Aufsatz über organisatorische Umstellungen in den Werkstätten Tours und Derigneux der Paris-Orleans-Bahn.

Um die Organisation der Werke durchzuführen, wurde erst erwogen, ob die Arbeit in Zeit und Werkstoffe in Gewicht ausgedrückt werden sollen, jedoch für beide als Einheit schliefslich die Kosten, der Franken, gewählt. Dann wurde eine Rechnungsweise eingeführt, welche die Kosten in jeder Werkabteilung genau ermitteln läfst. Für jede Werkabteilung wurden vier Gruppen geschaffen: 1. „Verteilung" von Arbeit und Werkstoffen, 2. „Anfertigung" (sie bestimmt und leitet den Arbeitsvorgang), 3. „Ausrüstung", zur Überwachung und Instandhaltung der Motoren, Werkzeuge und Arbeitsmethoden, 4. „Verwaltung", für Kostenrechnung, Schriftverkehr und Personalangelegenheiten.

Damit keine Arbeit ausgeführt wird, ohne dafs die Kosten ermittelt werden, werden die Werkaufträge nur vom Kostenermittlungsbüro ausgegeben. Die Werkaufträge bestehen aus Büchern mit Arbeitsauftragkarten, Stoffverlangscheinen und Stoffrückgabescheinen, die mit der Werkauftragnummer versehen werden. Die Auftragkarten werden dem Arbeiter ausgehändigt und gehen nach Fertigstellung der Arbeit an das Kostenbüro zurück; die Stoffscheine werden gleicherweise behandelt. Im Kostenbüro werden Vormerkbücher geführt, in welche Auftragkarten und Stoffscheine laufend eingetragen werden. Im Kostenbüro werden den Angaben der Werkabteilungen die Zuschläge für allgemeine Unkosten bei Arbeit und Stoffen für jede einzelne Gruppe beigefügt. Die Abteilungsleitung wird monatlich von der Abrechnung verständigt.

Zur Ermittlung der allgemeinen Unkosten werden drei monatliche Werkaufträge ausgegeben, in denen die Kosten für folgende Punkte eingetragen werden: 1. Werkleitung und Aufsichtspersonal, 2. allgemeiner Dienst wie Feuerwehr, Wächter usw., 3. Beleuchtung und Beheizung der Werkstätten und Büros. Diese drei Arten monatlicher Kosten werden bis zum Schlusse des Jahres aufgerechnet und umgelegt und ergeben die v. H.-Zahlen für die Kostenzuschläge, die im nächsten Jahr anzuwenden sind.

Die „Verteilungs"abteilung ist verantwortlich für die Werkanlage und mufs zu jeder Zeit die Zahl der in jeder Werkabteilung verwendeten Arbeiter und Maschinen angeben, sowie über die Dringlichkeit der vorhandenen Arbeiten Aufschlufs geben können. Die Abteilung erhält deshalb alle Werkaufträge und trägt die Arbeitergruppe ein, von der die Arbeit auszuführen ist. Es fällt ihr auch die Pflicht zu, für Vorhaltung von Werkstoffen und Ersatzteilen Sorge zu tragen. — Die Meister haben in ihren Büros Wandtafeln, an denen die Auftragkarten für jeden einzelnen Arbeiter an je einem Nagel gesammelt werden.

Für die Förderung von Arbeitsstücken und Werkstoffen dienen Karren mit beweglichen Ladebühnen, die zwischen den Vorarbeitergruppen von Hand und zwischen den verschiedenen Werkräumen maschinell bewegt werden; hierfür sind feste Fahrpläne vorgesehen.

Zur Arbeitsverteilung sind Verteilungszettel vorgesehen, in denen bei gewöhnlichen Stücken die Ablieferungszeit aus Tabellen eingetragen wird, bei wichtigen Teilen nach genauer Untersuchung die Arbeitsdauer befristet wird. Hierdurch ist es möglich aus den Einzelvorgängen die Fertigstellung von Fahrzeugen vorauszubestimmen und Reibungen zwischen den einzelnen Werkabteilungen zu vermeiden.

Ru.

Digitized by Google

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Der Abstand der Querschwellen in Gleisen und sein Einflufs auf die Gröfse der Achslasten.

In der Zeitschrift „The Railway Engineer" (1926, S. 123 u. ff.) veröffentlicht der amerikanische Ingenieur Harvey seine Untersuchungen über die Frage, wie weit die Achslasten bei gegebenem Schienengewicht unter Erhöhung der Zahl der Schwellen vergröfsert werden können und ob diese Vergröfserung der Zahl der Schwellen wirtschaftlich ist. Die zulässige Erhöhung der Achslasten bei Vermehrung der Schwellen auf eine Schienenlänge und die Steigerung der Kosten für die Beschaffung der hinzukommenden Schwellen ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Zahl der Schwellen für eine 10,97 m lange Schiene	Gröfster Schwellenabstand	Maximalspannung bei einer Achslänge von + 22,6	Höchst zulässige Achslast t	Zunahme der Achslast %	Zunahme der Schwellenkosten %
14	0,837	6,63	22,60	—	—
15	0,774	6,59	22,74	0,619	7,143
16	0,710	6,55	22,88	1,239	14,286
17	0,659	6,52	22,98	1,681	21,429
18	0,626	6,49	23,08	2,124	28,572
19	0,584	6,47	23,16	2,478	35,714

Wie aus der Tabelle ersehen werden kann, ist der Vorteil, der durch die Vermehrung der Schwellen erreicht wird, in keinem Verhältnis zu den hierbei sich ergebenden erhöhten Beschaffungskosten. Harvey berechnet, dafs selbst bei einem sehr niedrig angenommenen Schwellenpreis die Kosten für eine auf eine Schienenlänge mehr eingezogene Schwelle ausreichen würden, das Gewicht eines lfd. Meters Schiene um 5 englische Pfund (rd. 2,25 kg) zu erhöhen. Das Metergewicht einer solchen Schiene würde dann von 90 auf 95 englische Pfund steigen. Bei einem derartigen Schienenprofil könnte aber eine gröfste Achslast von 24,70 Tonnen zugelassen werden. Dies entspricht einer Erhöhung der Achslast um 9,29 %, dem bei Einziehen einer Schwelle nur ein Gewinn von 0,619 % gegenübersteht. Die Erhöhung der Schwellenzahl zu dem Zweck, eine höhere Achslast zu erreichen, ist daher in den Fällen nicht gerechtfertigt und unwirtschaftlich, wo es sich darum handelt, ein neues Gleis zu bauen oder ein bestehendes mit neuen Schienen umzubauen. In zwei Fällen mag die Erhöhung der Schwellenzahl in Betracht gezogen werden: 1. Wenn es sich darum handelt, auf einem Gleis, das nicht umgebaut werden kann, höhere Achslasten einzuführen oder wenn 2. altbrauchbare Schienen bei einem Gleisumbau verwendet werden müssen, weil die Mittel für die Beschaffung neuer Schienen fehlen.

Im zweiten Teil seiner Untersuchungen betrachtet Harvey auch die weitere Aufgabe der Schwellen, nämlich die Übertragung der Lasten auf das Schotterbett. Er geht davon aus, dafs die Zahl der Schwellen so grofs sein mufs, dafs die Lastübertragung unter möglichst geringer Durchbiegung des Schienengestänges vor sich gehen kann. Auf Grund seiner Berechnungen ergibt sich die Zahl der Schwellen auf eine Schienenlänge wie folgt, wobei „n" die Länge der Schienen in Yards bedeutet.

1. Spur = 1,676 m (5 ft. 6 in).
   a) Nebenbahnen mit leichtem Verkehr, Nebengleise usw. . . . . n + 1
   b) Hauptbahnen und wichtige Nebenbahnen
      mit Achslasten bis zu 18,75 Tonnen . . . n + 2
      „ „ „ „ 20,50 „ . . . n + 3
      „ „ „ „ 22,50 „ . . . n + 4
      „ „ „ „ 24,50 „ . . . n + 5
2. Spur = 1,000 m
   a) wie unter 1 a) . . . . . n + 1
   b) wie unter 1 b)
      mit Achslasten bis zu 9,70 Tonnen . . . n + 2
      „ „ „ „ 10,50 „ . . . n + 3
      „ „ „ „ 11,30 „ . . . n + 4
      „ „ „ „ 12,10 „ . . . n + 5

Wa.

Lokomotiven und Wagen.

Neuer Benzin-Triebwagen der Chicago, Burlington und Quincy-Bahn.

Der von der Edwards Eisenbahn-Triebwagen-Gesellschaft gebaute Wagen ist etwa 20 m lang und wiegt 32,2 t. Er läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, deren jedes einen sechszylindrigen Motor von 100 PS Leistung trägt. Die Zylinder haben 114,3 mm Durchmesser und 152,4 mm Hub. Die zugehörigen Getriebe haben je vier Geschwindigkeiten für Vor- und Rückwärtsfahrt; zur Übertragung auf die Achse dienen Kegelräder. Die Höchstgeschwindigkeit des Wagens beträgt 72 km/h; er soll vermöge der hohen Anfahrleistung der Motoren nach 45 Sekunden schon auf 48 km/h beschleunigt sein.

Die Anordnung der Triebwerke in den Drehgestellen entlastet den Wagenkasten von den auftretenden Erschütterungen und trägt so wesentlich zu dem ruhigen Lauf des Wagens bei. Auch ergibt sich auf diese Weise die Möglichkeit, die beiden Triebwerke unabhängig voneinander laufen zu lassen, was besonders bei Störungen wertvoll ist. Bei gröfseren Störungen kann das ganze Drehgestell in 45 Minuten ausgewechselt werden. R. D.

(Railway Age 1926, 2. Halbj., Nr. 1).

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Die Sicherung der Niveau-Übergänge.

Die Frage der Sicherung der schienengleichen Übergänge wurde auf dem Internationalen Eisenbahnkongrefs in London (22. 6. bis 2. 7. 25) behandelt. Es herrschte allgemein Übereinstimmung, dafs die hohen Kosten, welche die Bahnbewachung erfordert, möglichst eingeschränkt werden müfsten. Der Aufhebung der Bahnbewachung stehen aber in den meisten Ländern die gesetzlichen Vorschriften entgegen, die in erster Linie zu ändern sind. In allen Ländern kommen nur die Übergänge an Hauptbahnen in Betracht. Voraussetzung für Aufhebung der Bewachung ist die freie Sicht von der Strafse auf die Kreuzung. Für den Umfang der Übersichtlichkeit, d. h. für die Entfernung des Standpunktes, von dem aus die Kreuzung gut zu übersehen sein mufs, sind bei den meisten Ländern die Höchstgeschwindigkeiten mafsgebend, mit denen auf den betreffenden Eisenbahnlinien gefahren wird. Diese Entfernungen werden bei den verschiedenen Ländern sehr verschieden angenommen und hängen sehr von dem Flach- oder Gebirgslandcharakter der Gegend ab. Als ganz besonders wichtig wird es betrachtet, das Vorhandensein von schienengleichen Kreuzungen rechtzeitig durch besondere Warnungszeichen anzukündigen. Für die Entfernung der Warnungszeichen von der Kreuzung ist mit Rücksicht auf den Automobilverkehr im Durchschnitt 250 m gewählt. Die Ausgestaltung der Zeichen ist in den einzelnen Ländern unterschiedlich. Das international festgesetzte Bahnübergangszeichen (Gatter) ist meistens angebracht. Bei Übergängen, bei denen die Bewachung aufgehoben ist, wird das Warnungszeichen allein als nicht genügend betrachtet. Hier soll die Aufstellung eines besonderen Zeichens am Übergang selbst vorgesehen werden. Auch hierfür ist die Ausführung sehr verschieden. Allgemein wird von dem Grundsatz ausgegangen, dafs der herannahende Zug das Signal selbst in Tätigkeit zu setzen hat. Die Warnung erfolgt optisch und akustisch; bei Tag und Nacht soll das Signalbild gleich sein. Diese Bedingung wird durch Blinksignale am besten erfüllt. Eine andere Ausführung verwendet ein schwingendes Pendel mit rotem Licht, das in der Ruhelage samt dem Licht verdeckt ist Alle diese Signale sind mit laut tönenden Glocken verbunden, die während der ganzen Zeit der Warnung ertönen. Nach Ansicht der Berichter haben an den nicht unbedeutenden Kosten für die Ausrüstung mit solchen Signalen auch die beteiligten Behörden mitzutragen, da die Signale in gleicher Weise wie für die Sicherung des Bahnverkehrs auch für die des Strafsenverkehrs dienen. Bei Übergängen mit Schranken ist auf die bessere Sichtbarkeit der Schranken selbst Bedacht zu nehmen. Zu diesem Zweck werden entweder ein oder zwei gegen die Strafse gerichtete rote Lichter angebracht oder rote Reflexspiegel, die das Licht der Autoscheinwerfer rot zurückstrahlen lassen. Dafs die Strafsenbenützer und die Führer schnellfahrender Autos

Digitized by Google

selbst die nötige Vorsicht beachten, wird als selbstverständlich betrachtet. Die voraufgeführten Punkte wurden auf dem Kongrefs in London zu Leitsätzen zusammengefafst *).

Die Schweiz besitzt auf den Bundesbahnen allein noch 3200 schienengleiche Übergänge. Wenn auch als beste Sicherung des Verkehrs Ersatz der schienengleichen Übergänge durch Über- oder Unterführungen betrachtet wird, so scheitert die Durchführung dieses Gedankens an den hohen Kosten. An den Übergängen befinden sich bis jetzt meistens nur Warnungstafeln mit dem internationalen Gatter. Beleuchtung bei Nacht ist nicht vorgesehen, da die Beleuchtung durch die Scheinwerfer des Autos als genügend erachtet wird. Die Entfernung vom Übergang schwankt nach den örtlichen Verhältnissen, wird aber nicht unter 60 m angenommen. Die Aufstellung und Unterhaltung ist durch die Strafseneigentümer selbst zu besorgen; Beiträge zu den Kosten sind den Interessenten anzulasten. Bei den selbsttätigen Warnsignalen an unbewachten Übergängen wurden die Kosten durch die Eisenbahnverwaltung übernommen, da dieser auch die Ersparungen durch Aufhebung der Bewachung zu gute kommen.

Dafs der Frage der Sicherung der schienengleichen Übergänge gröfste Bedeutung zukommt, zeigt der Umstand, dafs im Bereich der schweizerischen Bundesbahnen die Zahl der Unfälle gegenüber dem Jahre 1921 im Jahre 1922 um 22 %, im Jahre 1923 um 153 %, im Jahre 1924 um 275 %, in den Monaten Januar bis Juli 1925 gegenüber den gleichen Monaten des Jahres 1921 um 388 % stieg. Die fortwährende Zunahme der Unfälle steht in engem Zusammenhang mit der raschen Ausbreitung des Automobilverkehrs und mit der nicht genügend guten Ausbildung der Fahrzeugführer.

Schweizer Bauzeitung Nr. 26 vom Dez. 1925. Wa.

Selbsttätige Beleuchtung der Stationsnamen beim Ziehen der Signale.

Seit langem besteht bei dem reisenden Publikum das lebhafte Bedürfnis, bei Nacht auch die Zwischenstationen zu erkennen um seine Zielstation nicht zu überfahren.

Dieses Bedürfnis ist auch von jeher als berechtigt anerkannt worden und in Bayern versuchte man seit etwa 1908 die Stationen dadurch kenntlich zu machen, dafs die verschiedenen Lampen der Stationen entlang den Zugsgleisen mit den Stationsnamen versehen wurden. Dieses Verfahren hat sich indes nicht bewährt und im Laufe der Zeit verschwanden infolge der Instandsetzung oder Änderung der Lampen alle diese Aufschriften — aufserdem waren sie von den Schnellzügen aus nicht erkennbar.

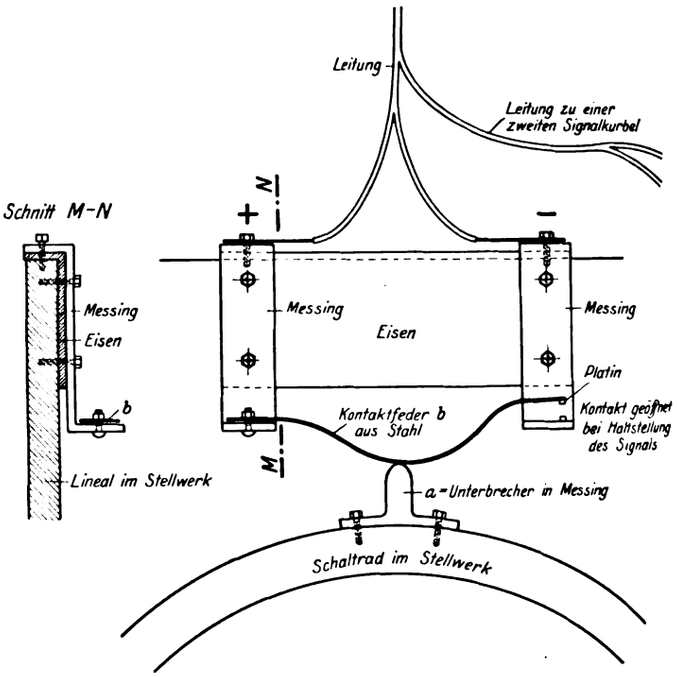
Dies veranlafste mich, Versuche mit elektrischer Beleuchtung der Stationsnamen an den Betriebshauptgebäuden der Zwischenstationen zu machen in der Weise, dafs oberhalb dieser Stationsnamen ein oder zwei elektrische gegen die Bahn zu abgeblendete Scheinwerfer angebracht wurden, die vom Fahrdienstleiter jeweils vor Ankunft oder Durchfahrt eines Zuges eingeschaltet werden sollten. Wenn die Beleuchtung an sich auch technisch leicht und mit geringen Kosten durchgeführt werden konnte, so scheiterten die Versuche doch an der Gleichgültigkeit des Personals. Die Scheinwerfer wurden von einzelnen Beamten gar nicht, von anderen nur für einzelne Züge eingeschaltet — sie erwiesen sich daher als unwirksam und unzuverlässig.

Dies brachte mich auf den Gedanken, die Beleuchtung in Abhängigkeit von den Einfahrtsignalkurbeln der Stellwerke zu bringen in der Weise, dafs beim Ziehen des Einfahrt- oder Durchfahrtvorsignals der Kontakt für die Beleuchtung der Scheinwerfer eingeschaltet und mit Zurücknehmen dieser Signale wieder ausgeschaltet wird.

Die ursprüngliche Absicht, auch die Ausfahrtsignalkurbeln in gleicher Weise mit einem Kontakt zu versehen, erwies sich als überflüssig, da die in einer Station aussteigenden Reisenden stets sofort, während das Einfahrtsignal noch auf Fahrt steht, und der Stationsname noch beleuchtet ist, nach diesem suchen, die durchfahrenden Reisenden aber bei gezogenem Einfahrtsignal durch die Station fahren.

Der Lichtanschlufs wurde an eine Lampe des Betriebsbüros hergestellt, die die ganze Nacht ununterbrochen eingeschaltet ist.

Die Versuche zeigten, dafs dieser Gedanke ohne Schwierigkeiten und mit ganz geringen Mitteln bei allen Stellwerken ausgeführt werden konnte dadurch, dafs auf das Schaltrad im Stellwerkkasten je ein Unterbrecher a für Einfahrt und Durchfahrt aufgeschraubt und an dem dahinter befindlichen festen Lineal eine Kontaktfeder b mit Platinspitzen angebracht wurde (siehe Abb.) Mit Rücksicht auf die sehr geringe Stromstärke und die rasche Drehung der Signalkurbeln wirkt der Kontakt als Abreifskontakt und es können Verbrennungsschäden durch Funkenbildung nicht entstehen. Im übrigen kann auch ein Quecksilberschalter als Momentschalter verwendet werden.



Als zu beleuchtende Stationsnamen wurden teils die Aufschriften an den Betriebsgebäuden gewählt, teils wurden eigene Holztafeln in Mitte des Betriebsgebäudes unter dem Bahnsteigdach angebracht mit schwarzer Aufschrift auf weifsem Grund. Schriftgröfse für kleine Buchstaben 30 cm, für grofse Buchstaben 40 cm, Tafelhöhe 70 cm.

Der Lichtverbrauch dieser Einrichtung ergab sich während einer längeren Zeitdauer für Personen- und Schnellzüge mit einer Beleuchtungsdauer von durchschnittlich je sieben Minuten, für Güterzüge von acht Minuten und bei einem Zugverkehr von 30 Personen- und Schnellzügen und 20 Güterzügen innerhalb 24 Stunden sowie bei Verwendung einer Lampe von 50 Watt zu 0,3 kWh, wonach sich die Gesamtkosten pro Nacht bei einem Strompreis von 30 Pfg./kWh zu 0,09 ℳ berechnen.

Diese Kosten sind so aufserordentlich gering, dafs sie im Interesse des reisenden Publikums wohl nicht zu beanstanden sein dürften.

Der Stromverbrauch würde sich noch wesentlich abmindern, wenn es möglich wäre, die Beleuchtung für die Güterzüge fortzulassen. Dies ist aber technisch nicht möglich — wenigstens nicht selbsttätig — da für Güter- und Personenzüge die gleichen Einfahrt- und Durchfahrtsignalhebel benützt werden. Es ist im übrigen auch erwünscht, dafs auch das Personal der Güterzüge stets sicher sich zurechtfinden und die Namen der Stationen bei Nacht lesen kann.

A. Wöhrl.

*) Vergl. auch Seite 46.

Berichtigungen.

In Heft 11, Seite 202, rechte Spalte, Zeile 22 von oben mufs es statt „Momententwicklung" richtig heifsen: „Momentwirkung". Ferner beziehen sich die Zahlenangaben in Zeile 2 bis 4 der Zusammenstellung 2 auf Seite 205 auf das Original zu Tafel 15, bei dem die Höhenverschiebungen der Achsen im Mafsstab 1:4, die Achsdrücke usw. im Mafsstab 1:25 und der Abrundungshalbmesser im Mafsstab 1:156 erschienen.

In Heft 9, Seite 164, rechte Spalte, Zeile 12 von oben wäre die Zahl 38 kg richtig zu stellen in **28** kg; Seite 165, linke Spalte, Zeile 21 von oben ist statt Abb. 24 zu lesen: Abb. **28**.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | **15. Oktober 1926** | **Heft 19**

Die autogene und elektrische Schmelzschweifsung in der Bahnunterhaltung.

Von Reichsbahnoberrat **Perzl**, Weiden Opf.

Die moderne Schweifstechnik ist durch die hohe technische Vervollkommnung, die sie in dem letzten Jahrzehnt erfahren hat, zu einem unentbehrlichen, wertvollen Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Metalle geworden.

Auch in den Ausbesserungswerken der Reichsbahn hat sie sich nunmehr allgemein Eingang verschafft. Es ist ihr aber noch nicht oder in nur schwachen Ansätzen gelungen, in die kleineren Schmiedewerkstätten der Bahnunterhaltung einzudringen; hier und bei der Bewirtschaftung der Oberbaustoffe hat sie bis jetzt nur wenig Boden gewonnen.

Die Bauinspektion Weiden Opf. hat im Jahre 1922 das neue Schweifsverfahren aufgegriffen und hat für Zwecke der Bahnunterhaltung eine autogene Schweifsanlage für Acetylensauerstoffschweifsung beschafft. Bald zeigte sich das Bedürfnis, auch gelöstes Acetylen in Stahlflaschen zu verwenden, das besonders bei Arbeiten aufserhalb der Werkstätte wertvolle Dienste leistet. In letzter Zeit wurden auch Versuche mit elektrischer Lichtbogenschweifsung gemacht, wobei ein Siemens-Lichtbogenschweifsumformer im Anschlufs an Drehstrom verwendet wurde. Als Schweifser war bisher nur ein Mann tätig, ein gelernter Schmied, der im Eisenbahnausbesserungswerk in die Schweifstechnick eingeführt wurde und durch Teilnahme an einem von der autogenen Gasakkumulator A. G. eingerichteten Übungskurs Gelegenheit hatte, sich weiter auszubilden.

Die Versuche haben ergeben, dafs sowohl das autogene als auch das elektrische Schweifsverfahren in der Bahnunterhaltung in äufserst vielseitiger Weise mit grofsem wirtschaftlichen Erfolge verwendet werden kann.

Als Verwendungsgebiete kommen hauptsächlich in Frage:

1. Schweifsen gebrochener Ausstattungsgegenstände.
2. Schweifsen gebrochener Ausrüstungsgegenstände der Hoch- und Tiefbauten.
3. Auffrischen abgenützter oder gebrochener Oberbau- und Sicherungsstoffe.
4. Schneidarbeiten bei der Gleis- und Brückenunterhaltung.

I. Schweifsen gebrochener Ausstattungsgegenstände.

In der Bahnunterhaltung fallen durch Abnützung oder Bruch unbrauchbar gewordene Ausstattungsgegenstände aus Eisen und Stahl in grofser Menge an, besonders Werkzeuge, Geräte und Werkteile von Kleinwagen.

Bei manchen Beschädigungen ist es zwar möglich, die Gegenstände durch Schweifsen im Schmiedefeuer auszubessern. Die Schmelzschweifsung führt aber schneller und billiger zum Ziel. Hierher gehört vor allem das Anschweifsen neuer Stopfer an gebrochene oder abgenützte Stopfhacken.

In der Zusammenstellung IV sind die Kosten der autogenen Schweifsung gegenüber der Feuerschweifsung im einzelnen entwickelt.

In den meisten Fällen kann aber die Schweifsung im Schmiedefeuer überhaupt nicht oder nur mit unverhältnismäfsig hohen Kosten ausgeführt werden. Die beschädigten Gegenstände werden daher zum Schrot gelegt und müssen durch neue ersetzt werden. Grofse Werte gehen hierdurch der Wirtschaft verloren.

Es kommen hier hauptsächlich in Frage:

Hacken aller Art — Kreuz-, Platt-, Stopfhacken — mit Bruch des Gehäuses oder der Hacke nächst dem Gehäuse, Schaufeln und Spaten mit Bruch der Dülle oder mit Rissen im Blatt, Steinschlaggabeln und Rechen mit abgebrochenen Zinken oder gebrochener Dülle, am Schaft gebrochene Maschinenschwellenbohrer, dann Schwellenbohrmaschinen, Schienenrücker, Gleishebewinden, Bohrknarren mit Brüchen einzelner Werkteile,

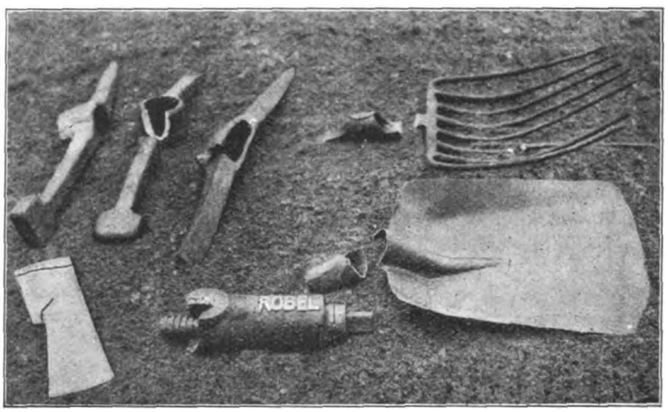


Abb. 1. Gebrochene Werkzeuge und Geräte.

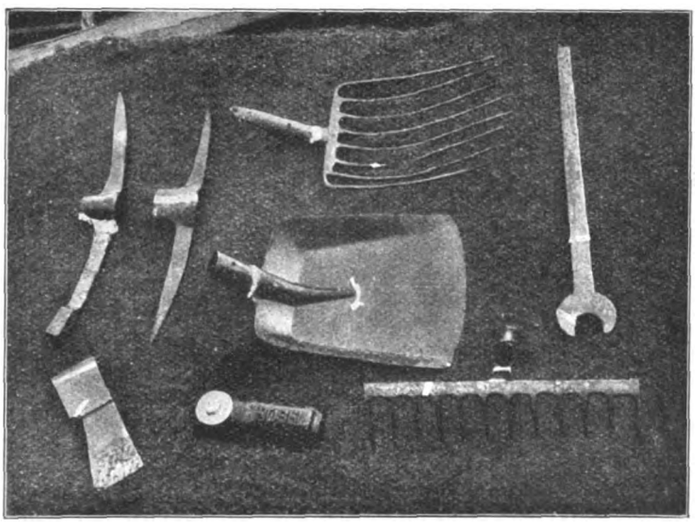


Abb. 2. Geschweifste Werkzeuge und Geräte.

gebrochene Rollwagenachsen, Draisinen, Laufräder mit Rissen in den Speichen und im Laufkranz.

Seit zwei Jahren wurden solche bisher dem Schrot verfallene Gegenstände in grosser Zahl durch autogene Schweifsung, (zum Teil auch durch elektrische) mit bestem Erfolge aufgearbeitet.

Die Schweifsung hat sich vollkommen bewährt. Die Gegenstände wurden wieder voll gebrauchsfähig. (Abb. 1 u. 2.).

Digitized by Google

Für dieses Arbeitsgebiet ist die autogene Schweifsung der elektrischen vorzuziehen. Bei dem elektrischen Verfahren ist zwar der Zeitaufwand für das Schweifsen geringer, es fordert aber mehr Vorarbeiten als das autogene. Für die dünnen Bleche der Schaufeldüllen ist das elektrische Verfahren überhaupt nicht anwendbar. Auch zur Schweifsung der Hackengehäuse, deren Bruchfuge für die Elektrode nur von der Aufsenseite zugänglich ist und für die Stumpfschweifsung von stabförmigen Körpern stärkeren Querschnitts erscheint es weniger geeignet. Jedenfalls ist dieses Verfahren bei derartigen Schweifsungen für Mängel in der Beschaffenheit des Schweifsdrahts empfindlicher und erfordert besondere Geschicklichkeit und Erfahrung des Schweifsers.

Zusammenstellung I gibt eine vergleichende Übersicht der Kosten der autogenen Schweifsung gegenüber den Kosten der Ersatzbeschaffung.

II. Schweifsen gebrochener Ausrüstungsgegenstände der Hoch- und Tiefbauten.

Bei der Unterhaltung der Hoch- und Tiefbauten fallen viele durch Bruch oder Risse beschädigte Ausrüstungsgegenstände, meist Gufsstücke, an, die bisher mangels einer Ausbesserungsmöglichkeit zum Schrot genommen wurden. (Abb. 3).

Als Beispiele seien angeführt:
Türdrücker, Herdringe, Wasserschiffe, Ofenroste, Ofentüren, Hydranten mit Rissen, Sinkkästen mit gebrochenem Roste, Schachtabdeckungen mit Bruch des Deckels oder der Führung, Wasserschieber mit Bruch des Gehäuses usw.

Auch diese Gegenstände wurden mit Erfolg autogen und elektrisch geschweifst. (Abb. 4)

Gröfsere Gufsstücke, besonders solche mit Hohlräumen oder zusammengesetztem Querschnitt, müssen bei autogener Schweifsung in Holzfeuer vorgewärmt und nach der Schweifsung zum Abkühlen in Lösche gelegt werden. Die Schweifsung erfordert hier besondere Vorsicht, da durch ungleiche Wärmeverteilung schädliche Spannungen auftreten, die zu Rissebildungen Anlafs geben. Für solche Gegenstände ist das elektrische Verfahren vorzuziehen.

In Zusammenstellung II sind die Kosten der autogenen Schweifsung den Kosten der Ersatzbeschaffung vergleichend gegenübergestellt.

III. Schweifsen abgenützter oder gebrochener Oberbau- und Sicherungsstoffe.

Ein besonders dankbares Anwendungsgebiet eröffnet sich der Schmelzschweifsung bei der Unterhaltung des Oberbaues und der Sicherungsanlagen.

Die wichtigsten Schweifsarbeiten sind:

1. Schweifsen gebrochener Oberbaustoffe.

Es wurden mit Erfolg geschweifst: Laschen, Zugstangen, Kuppelstangen mit Bruch am Angriffszapfen für Zugstange oder Verriegelung, Demharterschlofs mit Bruch des Gehäuses, Klemmplatten für Drahtrollen usw.

Versuchsweise im Jahre 1921 in ein Hauptbahngleis eingelegte aufgefrischte Laschen haben sich bis zu ihrem Ausbau

Zusammenstellung I.

Gegenstand	Art der Beschädigung	Ausbesserung durch autogene Schweifsung: Zeit für Schweifsen	Zeit für Vorarbeiten	Verbrauch an Azetylen bzw. Sauerstoff	Kosten: Lohn	60% Zuschlag zum Lohn	Stoff	Gesamtkosten	Bisher Neubeschaffung: Neuwert (abzüglich Schrotwert)		Ersparnis	Für einen Bezirk mit 300 km durchgehenden Gleisen: Jährlicher Anfall	Jährliche Ersparnis
		Min.	Min.	l	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	Pf.	ℳ	Stück	ℳ
Hacke Kreuz-, platte und Stopfhacke)	Bruch des Auges oder der Hacke nächst dem Auge	8	4	140	0,15	0,09	0,29	0,53	3	50	2,97	300	890
Schaufel (Spaten)	Bruch der Dülle, Bruch im Blatt	5	5	25	0,13	0,08	0,07	0,28	—	85	0,57	250	140
Steinschlaggabel	Bruch der Zinken oder der Düllen	6	4	30	0,13	0,07	0,07	0,27	2	70	2,43	350	850
Hackenschere	Bruch	5	10	50	0,20	0,12	0,11	0,43	6	—	5,57	10	50
Schienennagelhammer	Bruch am Auge	10	10	180	0,26	0,16	0,38	0,80	4	80	4,—	30	120
Rechen	Abgebrochener Zinke	4	4	20	0,10	0,06	0,05	0,21	1	20	0,91	30	30
Rechen	Bruch der Dülle	6	5	30	0,15	0,09	0,07	0,31	1	20	0,81	25	20
Handbeil	Bruch des Gehäuses	5	5	45	0,13	0,08	0,10	0,31	2	50	2,19	30	60
Maschinenschwellenbohrer	Bruch	2	4	10	0,10	0,06	0,03	0,19	1	80	1,61	150	240
Laschenschraubenschlüssel	Bruch am Maul	10	15	180	0,33	0,20	0,38	0,91	2	40	1,49	150	220
Krückerschlüssel	Bruch am Kreuz	14	10	180	0,34	0,20	0,38	0,92	3	—	2,08	70	140
Schienennagelzange	Bruch der Gabel	15	15	270	0,39	0,23	0,56	1,18	25	—	23,82	10	240
Schienenrücker	Bruch der Mutter, des Zapfens	10	15	200	0,34	0,20	0,42	0,96	10	—	9,04	10	90
Gleishebewinde	Bruch des Zapfens oder Gehäuses	10	20	180	0,39	0,23	0,38	1,—	51	—	50,—	3	150
Schiebkarrenrad	Rifs in Speiche oder Laufkranz	6	6	70	0,16	0,10	0,15	0,41	6	—	5,59	20	110
Rollwagenrad	Bruch	15	15	270	0,39	0,23	0,56	1,18	12	—	10,82	7	70
Rollwagenachse	Desgleichen	45	30	1400	1,—	0,60	2,94	4,54	23	—	18,46	10	180
Rollwagenachslager	Desgleichen	20	20	240	0,52	0,31	0,50	1,33	6	—	4,67	3	10
Laufrad (Draisine)	Bruch der Speichen, Rifs im Laufkranz	6	14	110	0,26	0,16	0,24	0,66	50	—	49,34	2	100
Laufrad (Draisine)	Lockerung der Speiche	10	20	180	0,39	0,23	0,38	1,—	50	—	49,—	3	140
Kippkarrenachse	Bruch	20	20	400	0,52	0,31	0,84	1,67	12	—	10,33	10	100
									Gesamtersparnis . .				3950

Digitized by Google

im Jahre 1924 tadellos erhalten; sie zeigten an den Schweifsstellen keine Risse oder nachteilige Veränderungen.

Hier sind im allgemeinen beide Verfahren anwendbar.

Für die Stumpfschweifsung stärkerer stabförmiger Körper, wie Kuppelstangen, möchte das autogene Verfahren vorzusehen sein.

In Zusammenstellung III sind die Kosten der autogenen Schweifsung gegenüber den Kosten der Ersatzbeschaffung entwickelt.

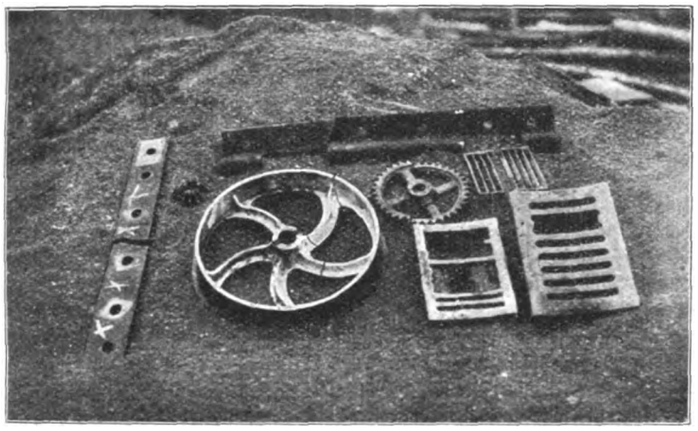


Abb. 3. Gebrochene Gufsstücke und Laschen.

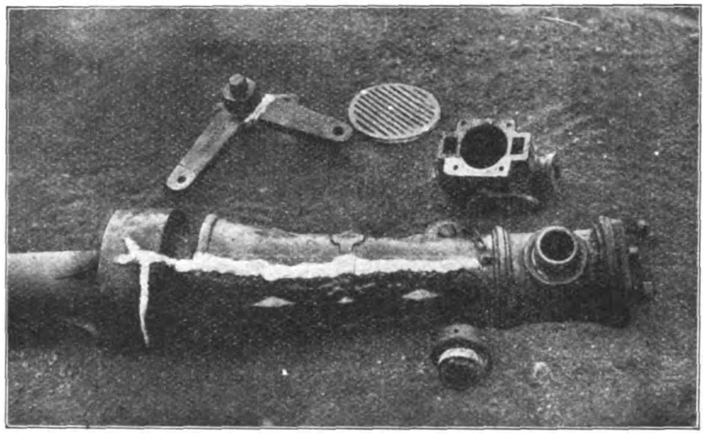


Abb. 4. Geschweifste Gufsstücke.

2. Auffrischen von nicht mehr gleisfähigen Schwellen.

Für die Umbauten mit Altstoffen sind grofse Mengen altbrauchbarer eiserner Schwellen benötigt. Für die Einzelauswechslung sollen nach den Grundsätzen für die Bewirtschaftung der Oberbaustoffe nur Altschwellen verwendet werden. Erfahrungsgemäfs fallen aber beim Umbau von Gleisen infolge deren Überalterung meist nur 20 bis 40 v. H. alte Schwellen an, die ohne weiteres wieder verwendbar sind. Der Bedarf an Altschwellen für die Einzelauswechslung und für Gleisumbauten mit Altstoffen kann daher aus dem Anfall an Altschwellen meist nur schwer gedeckt werden. Dieser Notstand hat schon mehrere Reichsbahndirektionen veranlafst, unbrauchbare Schwellen durch Auffrischen wieder brauchbar zu machen. Es sind auch schon verschiedene Auffrischungsverfahren in Gebrauch, so das patentierte Verfahren der Georg Marienhütte und das Verfahren der Reichsbahndirektion Köln und Halle, wonach durch Aufarbeitung von zwei unbrauchbaren Schwellen unter Verwendung von elektrischen Stumpfschweifsmaschinen eine altbrauchbare geschweifste Schwelle hergestellt wird.

Die Bauinspektion Weiden Opf. hat im Jahre 1921 den Versuch gemacht, unbrauchbare Schwellen lediglich durch

Zusammenstellung II.

Gegenstand	Art der Beschädigung	Ausbesserung durch autogene Schweifsung: Zeit für Schweifsen	Zeit für Vorarbeiten	Verbrauch an Azetylen bzw. Sauerstoff	Kosten: Lohn	Kosten: 60% Zuschlag zum Lohn	Kosten: Stoff	Kosten: Gesamtkosten	Bisher Neubeschaffung: Neuwert (abzüglich Schrotwert)		Ersparnis	Für einen Bezirk mit 300 km durchgehenden Gleisen: Jährlicher Anfall	Jährliche Ersparnis
		Min.	Min.	l	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	Pf.	ℳ	Stück	ℳ
Türdrücker	Bruch	6	6	60	0,16	0,10	0,13	0,39	1	—	0,61	90	50
Torband	Bruch	5	4	50	0,13	0,07	0,11	0,31	1	70	1,39	20	30
Herdplatte	Bruch	45	30	540	1,—	0,60	1,13	2,73	11	—	8,27	30	250
Herdring	Bruch	5	5	30	0,13	0,07	0,07	0,27	—	80	0,53	50	30
Wasserschiff	Bruch	20	20	150	0,52	0,31	0,38	1,21	9	—	7,79	30	230
Ofenrost	Bruch	10	10	120	0,26	0,16	0,25	0,67	1	50	0,83	70	60
Ofentüre	Bruch	10	10	50	0,26	0,16	0,11	0,53	2	—	1,47	40	60
Fensterrahmen	Bruch	15	15	140	0,39	0,23	0,30	0,92	13	—	12,08	10	120
Hydrant	Längsrifs (70 cm lang)	37	90	740	1,65	0,99	1,56	4,20	220	—	215,80	3	640
Hofsinkkasten	Bruch des Rostes	10	20	180	0,39	0,23	0,38	1,—	15	—	14,—	20	280
Strafsensinkkasten	Desgleichen	10	20	180	0,39	0,23	0,38	1,—	30	—	29,—	20	580
Schachtabdeckung	Bruch des Deckels	40	20	720	0,78	0,47	1,51	2,76	25	—	24,24	10	230
Wasserschieber	Bruch des Gehäuses	25	20	300	0,50	0,30	0,63	1,43	40	—	38,57	10	380
Zylinderpumpe	Bruch des Zylinders	25	20	300	0,50	0,30	0,63	1,43	18	—	16,57	5	80
Saug- und Druckpumpe	Bruch des Arbeitszylinders	30	20	550	0,65	0,39	1,15	2,19	21	—	18,81	10	190
Saug- und Druckpumpe	Bruch des Windkessels	30	30	360	0,78	0,47	0,76	2,01	30	—	29,—	2	50
Saug- und Druckpumpe	Bruch der Schwengelstütze	10	25	180	0,45	0,27	0,38	1,10	4	—	2,90	10	30
									Gesamtersparnis . .				3290

Digitized by Google

Verschweifsen der Risse wieder aufzufrischen. Mehrere auf solche Art aufgearbeitete Schwellen wurden im Jahre 1921 in ein Hauptbahngleis verlegt. Bei ihrem Ausbau im Jahre 1924 waren die Schweifsstellen noch gut erhalten, ohne Risse. Auch die Reichsbahndirektion Oppeln hat dieses Verfahren in ausgedehntem Mafse mit grofsem wirtschaftlichem Erfolg

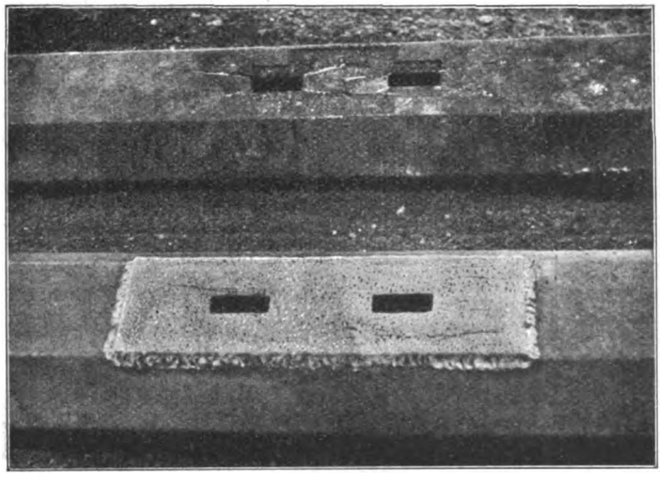


Abb. 5. Unbrauchbare und aufgefrischte Schwelle.

angewendet. Das Verfahren hat den Nachteil, dafs nur leichtbeschädigte Schwellen mit Rissen bis etwa 6 cm Länge auf diese Weise auffrischbar sind und demnach Schwellen mit gröfseren Rissen und stark abgenützter Schwellendecke bei diesem Verfahren für die Auffrischung ausscheiden. Die Auffrischungskosten betragen etwa 1,20 ℳ für die Schwelle.

Im Jahre 1925 wurde versucht, die Frage der zweckmäfsigsten Auffrischung unbrauchbarer Schwellen dadurch zu lösen, dafs gleichzeitig die Schwellendecke am Schienenauflager, wo sie erfahrungsgemäfs am meisten der Zerstörung ausgesetzt ist, eine Verstärkung erhält. Auf die Schienenauflagerfläche der Schwellen wurde eine mit der nötigen Lochung für die Hackenschrauben versehene eiserne Platte von 40 cm Länge, 12 cm Breite und 5 mm Stärke aufgelegt und mittels Lichtbogenschweifsung an den Rändern aufgeschweifst. Es ist nicht nötig, die Plattenränder in ihrer ganzen Länge zu schweifsen; es genügt an den 4 Ecken und in der Mitte der beiden Langseiten einen Heftrand von je 6 cm bzw. 3 cm Länge herzustellen. Das für die Schwelle bestimmte Kleineisen ist auch für die aufgefrischte Schwelle ohne weiteres wieder verwendbar. Die aufgeschweifsten Platten haben sich weder unter dem Dampfhammer noch beim Abbiegen der Schwelle gelockert. Ein vollgültiger Beweis für die Güte der Schweifsung auf Grund praktischer Versuche kann vorerst allerdings noch nicht erbracht werden. Immerhin steht fest, dafs die Schwellen nun schon seit 9 Monaten in einem vielbefahrenen Bahnhofhauptgleis liegen, ohne irgendwelche Risse oder sonstige nachteilige Veränderungen an den Schweifsstellen zu zeigen.

In der Verkehrsausstellung 1925 in München war eine nach diesem Verfahren aufgefrischte Schwelle zur Schau gestellt.

Für diese Schweifsarbeit ist das elektrische Verfahren zweifellos dem autogenen vorzuziehen. Bei autogener Schweifsung treten infolge der ungleichen Wärmeverteilung leicht Verziehungen und Verwerfungen der Schwelle ein. Zur Auffrischung eignen sich alle unbrauchbaren Schwellen, soweit sie nicht quer abgebrochen sind. Die Kosten sind trotz der Verstärkung gering, da die elektrische Randschweifsung im Gegensatz zur Risseschweifsung keine Vorarbeiten wie Auskerbung der Rissfuge mit Handmeifsel oder Fräser erfordert. Sie betragen, wie in der Kostenzusammenstellung entwickelt, bei Verwendung neuer Eisenbleche 1,39 ℳ, bei Verwendung von Blechen aus Altstoff 1,13 ℳ. Die aufgefrischte Schwelle ersetzt vollkommen eine neue und selbst wenn man annehmen wollte, dafs sie in ihrer Liegedauer um einige Jahre hinter einer neuen zurücksteht, so würde dies durch den Wegfall der Zinsen für den ersparten Kostenbetrag ausgeglichen.

Unter der Annahme, dafs eine neue Schwelle 8 ℳ kostet und der Schrotwert einer unbrauchbaren Schwelle 2,50 ℳ beträgt, berechnet sich für 1 Schwelle eine Ersparnis von (8—2,5) — 1,39 = 4,11 ℳ bzw. (8 — 2,5) — 1,13 = 4,37 ℳ.

Da der Anfall aus unbrauchbaren Schwellen sehr grofs ist, so wäre es für die Oberbaustoffwirtschaft der Reichsbahn von grofser Bedeutung, wenn das Verfahren allemein eingeführt würde.

Um einen ungefähren Überblick hierüber zu bekommen, wurde in Zusammenstellung III der Anfall an unbrauchbaren

Zusammenstellung III.

Gegenstand	Art der Beschädigung	Ausbesserung durch autogene Schweifsung: Zeit für Schweifsen	Zeit für Vorarbeiten	Verbrauch an Azetylen bzw. Sauerstoff	Kosten: Lohn	60% Zuschlag zum Lohn	Stoff	Gesamtkosten	Bisher Neubeschaffung (Neuwert abzüglich Schrotwert)		Ersparnis	Für einen Bezirk mit 300 km durchgehenden Gleisen: Jährlicher Anfall	Jährliche Ersparnis
		Min.	Min.	l	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	Pf.	ℳ	Stück	ℳ
Lasche	Bruch	15	15	300	0,39	0,23	0,63	1,25	3	—	1,75	400	700
Winkelhebel für Parallelführung	Bruch des Schenkels	17	15	340	0,42	0,25	0,72	1,39	8	—	6,61	10	60
Weichenkuppelstange	Bruch am Angriffszapfen der Zugstange oder Verriegelung	10	10	200	0,26	0,16	0,42	0,84	17	—	16,16	20	320
Abstützstange, Kuppelstangengabel	Zwei ausgeschlagene Bohrungen zuschweifsen, dann bohren	12	20	220	0,41	0,25	0,48	1,14	19	—	17,86	70	1250
		—	—	—	—	—	—	—	17	—	15,86	20	300
Klemmplatten für Drahtrollenständer	Bruch	6	4	70	0,13	0,08	0,15	0,36	—	80	0,44	50	20
Demharterschlofs	Bruch des Gehäuses	20	20	420	0,52	0,31	0,84	1,67	34	—	32,33	10	320
Eiserne Schwelle	Für Gleiszwecke unbrauchbar, am Schienenauflager rissig und abgenützt	Elektrische Schweifsung, Kostenentwicklung (siehe Text)						1,13	8—2,5 = 5	50	4,37	8000	34960
									Gesamtersparnis . .				37930

Digitized by Google

auffrischfähigen Schwellen im Bezirk der Bauinspektion Weiden Opf. im Jahre 1925 der Wirtschaftlichkeitsberechnung als Durchschnittswert zugrunde gelegt.

Auffrischungskosten für 1 Schwelle:

1. Kosten einer Verstärkungsplatte von 40 cm Länge, 12 cm Breite und 5 mm Stärke aus Altstoff:
1,7 kg Altblech zu 0,055 ℳ . . . . . = 0,09 ℳ
Für Ausschneiden u. Stanzen zweier Löcher 0,1 Std. zu 0,70 ℳ . . . . . = 0,07 »
0,16 ℳ

2. Kosten einer Verstärkungsplatte aus neuem Eisenblech:
1,7 kg neues Formeisen zu 0,13 ℳ . . . . = 0,22 ℳ
Abschneiden einer Platte 1 Min., ausstanzen 1 Min., dazu 200 % Verwaltungskosten, zusammen 6 Min. = 0,1 Std. zu 0,70 ℳ . . . = 0,07 »
0,29 ℳ

3. Verzinsung und Tilgung:
Schweifsumformer mit Zubehör 4500 ℳ; 13 % = 585,— ℳ

4. Leistungsfähigkeit im Jahre:

$$300 \cdot \frac{9}{1/3} = 8100 \text{ Stck.}$$

5. Betriebskosten für 1 Schwelle $\frac{585}{8100}$ . . = 0,07 ℳ

6. Beförderungskosten für 1 Schwelle:

Die Kosten der Beförderung der unbrauchbaren Schwelle von der Baustelle zur Schweifsanlage und der aufgefrischten Schwelle von der Schweifsanlage zur Baustelle sind angenähert die gleichen wie die Kosten der Beförderung der unbrauchbaren Schwelle von der Baustelle zum Lager und der neuen Schwelle vom Werk zur Verwendungsstelle.

Als Mehrung kommt daher in Ansatz:
Beförderung der Schwelle vom Lager der Schweifsanlage zur Schweifsstelle und zurück
0,10 Std. zu 0,70 ℳ . . . . . = 0,07 ℳ

7. Auffrischungskosten für eine Schwelle mit Verstärkungsplatten aus Altstoff:
Zwei Verstärkungsplatten 2 . 0,16 ℳ . . . = 0,32 ℳ
Für Vorarbeiten, Aufenthalt usw.
10 Min. zu 0,77 ℳ/Std. . . . . = 0,13 »
Schweifsdraht 0,09 kg zu 0,30 ℳ . . . . = 0,03 »
600 mm Schweifsnaht 10 Min. zu 0,77 ℳ/Std. = 0,13 »
Elektrischer Strom $1^1/_2$ Kwst zu 0,15 ℳ . = 0,22 »
Verwaltungskosten 60 % aus 0,26 ℳ . . . = 0,16 »
Beförderungskosten . . . . . = 0,07 »
Betriebskosten . . . . . = 0,07 »
Gesamtkosten: . . 1,13 ℳ

8. Auffrischungskosten für eine Schwelle mit neuen Verstärkungsplatten:
zwei Verstärkungsplatten 2 . 0,29 ℳ . . . = 0,58 »
Hierzu wie oben: . . . . . 0,81 »
Gesamtkosten: . . 1,39 ℳ

3. Auftragarbeiten.

Abgenützte Oberbau- und Sicherungsstoffe werden durch Auftragen von Eisen auf ihre ursprüngliche Form gebracht und nachträglich durch Abhobeln oder Abschleifen fertig bearbeitet.

Es kommen hier in Frage: Futterstücke, Herzstückspitzen, Herzstückplatten mit ausgeschlagenem Lager der Herzstück-

Zusammenstellung IV.

Arbeit	Bisher: Arbeitsart	Bisher: Arbeitszeit Min.	Bisher: Kosten: Lohn, 60 % Zuschlag, Stoffe bzw. Werkzeugabnützung ℳ	Künftig Autogenes Schweifsen und Schneiden: Zeit für Schweifsen bzw. Schneiden Min.	Zeit für Vorarbeiten Min.	Verbrauch an Azetylen 1	Verbrauch an Sauerstoff 1	Kosten: Lohn mit 60 % Zuschlag ℳ	Kosten: Stoff ℳ	Kosten: Gesamtkosten ℳ	Ersparnis ℳ	Für einen Bezirk mit 300 km durchgehenden Gleisen: Jährlicher Anfall Stück	Jährliche Ersparnis ℳ
Stopfhacke (Anschweifsen eines neuen Stopfens	Im Schmiedfeuer anschweifsen	2 Mann je 20	0,40 0,36 0,24 1,—	6	6	100	100	0,26	0,21	0,47	0,53	1200	680
Schienentragzange (Schweifsen der gebrochenen Tragstange)	Desgleichen	2 Mann je 20	0,40 0,36 0,24 1,—	6	6	100	100	0,26	0,21	0,47	0,53	80	42
Schienen schneiden	Handsäge	2 Mann je 40	0,80 0,48 1,50 2,78	2	—	24	200	0,05	0,16	0,21	2,57	300	770
Eiserne Langschwellen ablängen für Bauzwecke	Meifsel und Schlegel	3 Mann je 7	0,21 0,13 0,06 0,40	2	—	10	80	0,05	0,07	0,12	0,28	500	140
Schienen und Laschen bohren	Bohrknarre	2 Mann je 30	0,60 0,36 0,24 1,20	Loch mit Schneidbrenner ausschneiden									
				1	—	10	80	0,05	0,07	0,12	1,08	600	640
										Gesamtersparnis . .			2222

Digitized by Google

spitze, Flügelschienen, am Kopf ausgeschlagene Schienen von Drehscheiben-Sterngleisen, Handfallestangen für Weichen- und Signalhebel.

Die beiden letztgenannten Auftragschweifsungen sind bereits längere Zeit praktisch erprobt und haben sich bewährt. Im übrigen konnten auf diesem Gebiet vorerst nur kleine Versuche angestellt werden, die noch keine hinreichende Grundlage für die Beurteilung der Haltbarkeit der Schweifsung geben. Bei der Häufigkeit dieser Arbeiten und der wirtschaftlichen Bedeutung, die ihnen für die Bahnunterhaltung zukommt, ist es angezeigt, dafs weitere Versuche in gröfserem Mafsstab gemacht werden. Bei diesen Auftragarbeiten ist der elektrischen Lichtbogenschweifsung der Vorzug zu geben.

Eine besonders bemerkenswerte Auftragarbeit ist die Wiederherstellung ausgeschlagener Bohrungen an Abstutzstangen, Kuppelstangengabeln, Weichenzungen. Das Langloch wird zugeschweifst und sodann die normale Bohrung mit Bohrmaschine neu gebohrt. Hierdurch wird auch das im Betriebe nicht ganz einwandfreie Ausbüchsen der Zungenbohrungen mit Stahlbüchsen in zweckmäfsiger Weise ersetzt. Für diese Arbeit sind beide Verfahren anwendbar. Beim autogenen Zuschweifsen der Zungenbohrungen ist, um schädliche Spannungen zu vermeiden, vorheriges Anwärmen nötig.

4. Schweifsen als Ersatz für Vernieten.

Das Vernieten der Weichen-Längs- und Querplatten, sowie die Befestigung der Gleitstühle und der Drehpunktplatten durch Vernietung hat sich nicht bewährt. In stärker benützten Weichen lockern sich die Nieten nach kurzer Zeit, oft schon nach einem halben Jahre.

Es möchte daher in Erwägung genommen werden, beim Zusammenbau der Weichenbestandteile an Stelle der Vernietung das Schweifsverfahren anzuwenden. Hierbei wird die aufliegende Platte an ihren Rändern mittels elektrischer Lichtbogenschweifsung, die hier allein zu empfehlen ist, auf das Werkstück winkelig angeschweifst. Versuche nach dieser Richtung wurden eingeleitet, können aber noch nicht als abgeschlossen angesehen werden, da Schweifsarbeiten gerade auf diesem Gebiete eine besonders sorgfältige und eingehende Erprobung der Schweifsung erfordern.

IV. Schneidarbeiten bei der Unterhaltung des Oberbaues und der eisernen Brücken.

Bei der Unterhaltung des Oberbaues findet das autogene Schneidverfahren beim Abschneiden von Schienen und Herausschneiden von Laschenlöchern sehr vorteilhafte Verwendung. Gegenüber dem Gebrauch von Handsäge und Bohrknarre bedeutet die neue Arbeitsart eine grofse Ersparnis an Zeit und Geld. Zusammenstellung IV gibt eine vergleichende Übersicht der Kosten des autogenen Schneidens gegenüber der Bearbeitung mit Maschinen. Besondere Führungsmaschinen sind für diese kleineren Schneidarbeiten nicht nötig. Hierbei sei erwähnt, dafs es beim Schneiden von Schienen nicht zweckmäfsig ist, die Schiene umzulegen und seitlich anzuschneiden, was an sich wegen der bei dieser Lage geringeren Tiefe des Schnitts naheliegend wäre. Es hat sich als vorteilhafter erwiesen, den Schneidbrenner mit hohem Sauerstoffdruck einmal am Kopfe der Schiene und dann am Fufse anzusetzen.

Auch dem Werkmeister im Brückenunterhaltungsdienst, der sich bei Beseitigung von Nietverbindungen bisher mit Vorschlaghammer und Meifsel behelfen mufste, leistet der Schneidbrenner bei Ausführung der kleineren Unterhaltungsarbeiten an eisernen Brücken wertvolle Dienste, so beim Beseitigen von Nietköpfen an schwer zugänglichen Stellen, beim Herausnehmen der Steindübel der Auflagerplatten, beim Ausbau von Brücken und besonders beim Zurichten der Verstärkungs-Bleche und -Winkel.

Schliefslich möchte noch auf die sehr vielseitige Verwendung hingewiesen werden, die der Schneidbrenner bei Eisenbahnunfällen schon allenthalben findet. Die Aufräumungsarbeiten und die Rettung der in Wagentrümmer eingeklemmten Personen werden erleichtert.

Wirtschaftlichkeit der Gleisstopfmaschinen

der Firma Friedrich Krupp, Modell 1924.

Von Reichsbahnoberrat **Wöhrl**, Nürnberg.

Veröffentlichungen von Versuchsergebnissen aus dem Unterhaltungsdienste kommt eine erhöhte Bedeutung zu, da die Fachkreise mit Recht geneigt sind, reinen Werbeaufsätzen gegenüber, die meist von den Firmen verfafst oder wenigstens beeinflufst sind, sich, wenn nicht ablehnend so doch mindestens sehr zweifelnd zu verhalten.

Aus diesem Grunde veröffentliche ich im nachfolgenden sine ira et studio meine Erfahrungen, die ich mit sechs Maschinen der Firma Krupp, Modell 24 während der Zeit vom November 1924 bis März 1926 gemacht habe.

Ich schicke voraus, dafs die ersten Versuche mit sechs Maschinen, die die Maschinenfabrik Pinneberg im Jahre 1923 geliefert hatte, nicht gerade ermutigend waren.

Die Störungen an den Maschinen waren so zahlreich, dafs ein wirtschaftliches Arbeiten nicht möglich war. Der Ärger über die vielen Störungen untergrub die Arbeitslust und die Maschinen wurden als unbrauchbar in die Ecke gestellt. Immerhin kam man damals schon zu dem Ergebnis, dafs, wenn es gelänge, nur einen Teil der vielen Störungen zu beseitigen, die Maschinen ein beachtenswertes, wirtschaftliches Werkzeug bilden würden.

Dieser weitere Fortschritt wurde erzielt, als die Firma Krupp das alleinige Ausführungsrecht erwarb und das Modell 1924 — wie es auf der Seddiner Ausstellung im Betrieb zu sehen war — herausbrachte.

Im Bezirk der Bauinspektion 2 Nürnberg laufen die sechs Maschinen seit November 1924 ununterbrochen (Sommer und Winter).

In allen Fällen handelte es sich um das Nachstopfen alter Hauptbahngleise (Holz- und Eisenschwellenoberbau) teilweise in reinem Schotter, teilweise in verschmutzter alter Bettung.

Hierbei waren folgende Arbeiten zu leisten:

1. Auskoffern der Schwellen bis auf Unterkante.
2. Nachstopfen der Schwellen unter gleichzeitigem Ausrichten des Gleises nach Höhe und Richtung (durchschnittliche Hebung 2 bis 3 cm).
3. Wiedereinfüllen des Gleises.

Hier soll erwähnt werden, dafs das Maschinenstopfen bei neu geschütteter loser Bettung versagt. Nur bereits durch die Verkehrslast oder durch Stampfen oder Walzen gedichtete Bettung kann mit Maschine erfolgreich gestopft werden.

Es ist ferner klar, dafs vor dem Stopfen eines schlecht liegenden Gleises dieses vorher genau untersucht und die Verbindung zwischen Schienen und Schwellen, dann die Stofsverbindungen, Schwellenabstände, Wanderung usw. in Ordnung gebracht werden müssen.

Besonders möchte darauf hinzuweisen sein, dafs die Maschinenstopfarbeit vielleicht völlig unnütz vergeudet wird, wenn der Spielraum zwischen Schienen und Schwellen (besonders bei Holzschwellen) nicht vorher durch Nachziehen der Schwellenschrauben und Heraufziehen der Schwellen gründlichst beseitigt wird. Die Schwellen heben sich wohl etwas infolge des Maschinenstopfens, aber doch nicht so hoch, um einen gröfseren Spielraum zwischen Schienen und Schwelle zu schliefsen.

Digitized by Google

Die Arbeit war in allen Fällen wie folgt eingeteilt: sechs Maschinen, davon vier in Betrieb, zwei in Reserve (oder zur Durchsicht und Ausbesserung).

Kopfbedarf: ein Vorarbeiter, zwei Maschinenführer, 16 Mann.

Der Vorarbeiter hatte die Gesamtaufsicht zu führen, dann für die richtige Höhe und Richtung des Gleises zu sorgen, scharfe Kontrolle der gestopften Schwellen unter den fahrenden Zügen auszuüben und täglich schriftlichen Bericht zu erstatten.

Von den zwei Maschinenführern bediente einer die vier laufenden Maschinen, der zweite war mit der Durchsicht und Ausbesserung der zwei übrigen Maschinen beschäftigt.

Alle Ausbesserungen wurden in der Nähe der Arbeitsstelle in einem Schuppen ausgeführt.

In dem gleichen Schuppen wurden die vier Maschinen nachts hinterstellt. Im Winter wurde der Schuppen mit einem kleinen Grudeherd geheizt, um eine zu starke Abkühlung der Motoren zu vermeiden, die sich als schädlich erwiesen hatte.

Von den 16 Mann bedienten im stündlichen Wechsel acht die Maschinen (jeder einen Stopfer): vier Mann arbeiteten voraus beim Auskoffern der Schwellen, drei Mann arbeiteten hintennach beim Wiedereinfüllen, ein Mann stand Wache als Warnposten mit Signalhorn und Flagge in nächster Nähe der Maschinen. Die Maschinen liefen ohne Pause vom Beginn der Arbeitszeit bis zum Ende durch.

Um für die Ergebnisse eine sichere Vergleichsgrundlage zu schaffen, ist zunächst die Feststellung nötig, was diese 18 Mann nebst einem Vorarbeiter stündlich bei reiner Handarbeit leisten würden.

Erfahrungsgemäfs leistet ein Arbeiter unter der Annahme der obengenannten Einzelarbeiten in der Stunde

$$0{,}7\ \text{m} \begin{array}{l} = 5{,}6\ \text{m bei achtstündiger Arbeitszeit} \\ = 6{,}3\ \text{m bei neunstündiger Arbeitszeit.} \end{array}$$

Die Firma Krupp gibt in ihrem Werbeblatt 0,4 m/Std. an. Dies ist entschieden zu wenig. Eine Leistung von 100 m auf den Tag zu acht Stunden für 18 Mann mit einem Vorarbeiter kann keinesfalls als zu hoch gegriffen bezeichnet werden.

Ein lfd. m kostet demnach im Handbetriebe (ausschliefslich Vorarbeiter) bei 0,59 ℳ Stundenlohn 0,85 ℳ (Krupp errechnet unter den oben genannten falschen Voraussetzungen und bei 0,54 ℳ Stundenlohn 1,07 ℳ).

Ergebnisse der Maschinenstopfarbeit:

1. Zeit vom 10. XI. 24 bis 20. I. 25.

Arbeitstage	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 9 Std.	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 8 Std.	Maschinenstunden	Störungen a) der Maschinen b) der Stopfhämmer	Störungen in % der Maschinenstunden	Benzin l	Öl l	Leistung m	Durchschnittliche Hebung cm
53	716	—	973½	a) 19¾ Std.	2	2346	167	9267	2
—	—	—	—	b) 34¾ Std.	3,6	—	—	—	—

In 973¼ Maschinenstunden Leistung: 9267 m, sohin in 1 Stunde = ... 9,50 m

716 Tagschichten zu 8 Stunden leisteten 9267 m, also 1 Arbeiter täglich = ... 13,00 m

Von Hand stopft ein Arbeiter auf den Tag (zu 8 Stunden) = ... 5,60 m

Die Maschinen leisteten daher das $\frac{13{,}00}{5{,}60} =$ = 2,3 fache.

Die Kosten der Maschinenarbeit auf den lfd. m Gleis berechnen sich wie folgt:

Löhne 716 × 4,71 ℳ = . . .	3 372 ℳ	
Zuschlag für 2 Maschinenführer 53 × 3 = ...	159 »	
Benzin 2 346 × 0,26 = . . .	610 »	
Öl 167 × 0,85 = ...	142 »	
Ersatzteile kosteten = . . .	291 ℳ	1241 ℳ für Unterhaltung, Tilgung und Verzinsung für 973¼ Maschinen-Stunden, daher für 1 Maschinenstunde = $\frac{1241}{973^1/_4} = 1{,}3$ ℳ
Tilgung des Anlagekapitals . . Lebendsdauer einer Maschine 5 Jahre. Preis 3000 ℳ $\frac{3000 \times 6}{1500 \text{ Arbeitstage}} = 12$ ℳ auf den Arbeitstag daher für 53 Arbeitstage 53 × 12 =	636 ℳ	
Verzinsung des Anlagekapitals (12%) 3000 × 6 × 12% = = 2160 ℳ jährlich Auf 53 Tage $\frac{2160}{365} \times 53 =$.	314 ℳ	
	5524 ℳ	

Die Kosten der Maschinenarbeit betragen daher auf den lfd. m Gleis $\frac{5524}{9267} = 0{,}60$ ℳ/m.

Die Kosten der Handarbeit betragen für den lfd. m Gleis (siehe oben) = 0,85 ℳ/m.

Die Maschinen arbeiten daher um 30% billiger.

Benzinverbrauch

für 1 Maschinenstunde = . . . $\frac{2346}{973^1/_4} = 2{,}42$ l/Std.

oder bei einem spez. Gewicht von 0,7 . . = 1,7 kg/Std.

Ölverbrauch

für 1 Maschinenstunde = . . . $\frac{167}{973^1/_4} = 0{,}17$ l/Std.

oder bei einem spez. Gewicht von 0,9 . . = 0,15 kg/Std.

Krupp gibt in seiner Ankündigung den täglichen Benzolverbrauch zu 14 kg für eine Maschine, den täglichen Ölverbrauch zu 1,5 kg für eine Maschine an. Bei Annahme einer achtstündigen Tagschicht rechnet sich hieraus ein Benzolverbrauch von 1,75 kg/Std., ein Ölverbrauch von 0,19 kg/Std. Benzol ist um 30% schwerer als Benzin.

Die Arbeitsverhältnisse waren die denkbar schwierigsten da bei starkem Schnee und Frost gearbeitet wurde. Es ergab sich, dafs Eisenschwellen in nicht ganz reiner Schotterbettung bei Frost nicht mit den Maschinen gestopft werden konnten, da die Bettung im Hohlkörper der Eisenschwellen festgefroren war. Eisen- und auch Holzschwellen können bei Frost nur in reinem Schotter gestopft werden.

Bei 53 Arbeitstagen errechnen sich eigentlich:
950 Tagschichten und
1700 Maschinenstunden = 1,8 . Tagschichten.
Wirklich geleistet wurden nur:
716 Tagschichten
973½ Maschinenstunden = 1,37 × Tagschichten.

Die Leute und vor allem die Maschinen waren in diesem Falle also sehr schlecht ausgenützt. Schuld daran war die anfangs mangelhafte Organisation und das nicht rechtzeitige Eintreffen von Ersatzteilen, wodurch einzelne Maschinen lahm gelegt wurden. Trotzdem arbeiteten die Maschinen infolge rascher Arbeit um 30% billiger als von Hand.

Digitized by Google

2. Zeit vom 11. II. 25 bis 3. III. 25.

Arbeitstage	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 8 Std.	Maschinenstunden	Störungen a) der Maschinen b) der Stopfhämmer	Störungen in % der Maschinenstunden	Benzin l	Öl l	Leistung m	Durchschnittliche Hebung cm
17	304	486	a) 5 Std.	1	1115	95	4770	2
—	—	—	b) 1 Std.	0,2	—	—	—	—

In 486 Maschinenstunden Leistung: 4770 m, sohin in 1 Stunde = ... 9,80 m

304 Tagschichten zu 8 Stunden leisteten 4770 m, also 1 Arbeiter täglich = ... 15,7 m

Von Hand stopft ein Arbeiter täglich wie oben 5,6 m

Die Maschinen leisteten daher das $\frac{15,7}{5,6} =$ = 2,8 fache.

Die Kosten der Maschinenarbeit auf den lfd. m Gleis berechnet sich wie folgt:

Löhne 304 × 4,71 ℳ = ... 1430 ℳ
Zuschlag für 2 Maschinenführer 17 × 3 = . . 51 »
Benzin 1125 × 0,26 = ... 292 »
Öl 95 × 0,85 = ... 81 »
Für Verzinsung und Abschreibung sowie Beschaffung der Ersatzteile treffen nach der obigen Berechnung auf die Maschinenstunde 1,3 ℳ 486 × 1,3 = 632 »
2486 ℳ

Die Kosten der Maschinenarbeit betragen also auf den lfd. m Gleis $\frac{2486}{4770} = 0,53$ ℳ.

Die Kosten der Handarbeit betragen auf den lfd. m Gleis (wie oben) 0,86 ℳ.

Die Maschinen arbeiteten also um 38,4% billiger.

Benzinverbrauch

für 1 Maschinenstunde $= \frac{1152}{486} = 2,4$ l/Std oder 1,7 kg/Std.

Ölverbrauch

für 1 Maschinenstunde $= \frac{95}{486} = 0,196$ l/Std. od. 0,18 kg/Std.

Bei 17 Arbeitstagen errechnen sich 306 Tagschichten und 544 Maschinenstunden = 1,8 × Tagschicht.

Wirklich geleistet 304 und 486 = 1,6 × Tagschicht.

Obwohl also die Maschinen wegen Umsetzen der Arbeitshütte und schlechten Wetters nur zu 90% ausgenützt waren, arbeiteten sie trotzdem 38,4% billiger als Handarbeit.

3. Zeit vom 5. III. 25. bis 8. IX. 25.

Arbeitstage	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 9 Std.	Maschinenstunden	Störungen a) der Maschinen b) der Stopfhämmer	Störungen in % der Maschinenstunden	Benzin l	Öl l	Leistung m	Durchschnittliche Hebung cm
138	2360	4061	a) 88½ Std.	2,04	6875	460	31890	3
—	—	—	b) 12¼ Std.	0,3	—	—	—	—

In 4061 Maschinenstunden Leistung: 31 890 m, sohin in 1 Stunde = ... 7,9 m

2100 Tagschichten zu 9 Stunden leisteten 31 890 m, also 1 Arbeiter täglich = ... 15,2 m

Von Hand stopft ein Arbeiter täglich (siehe oben) bei 8 Stunden 5,6 m, also bei 9 Stunden $5,6 \times \frac{9}{8} =$ 6,3 m

Die Maschinen leisteten daher das $\frac{15,2}{6,3} =$ = 2,4 fache.

Die Kosten der Maschinenarbeit betrugen auf den lfd. m Gleis:

Löhne 2100 × 4,71 9/8 = ... 11 130 ℳ
Zuschlag für 2 Maschinenführer 130 × 3 = . 390 »
Benzin 6875 × 0,26 = ... 1 790 »
Öl 460 × 0,85 = ... 390 »
Verzinsung, Abschreibung sowie Beschaffung der Ersatzteile 1,3 ℳ/Maschinenstunde (siehe oben) = 4061 × 1,3 = ... 5 280 »
18 980 ℳ

Die Kosten der Maschinenarbeit betragen also auf den lfd. m Gleis $\frac{18980}{31890} = 0,60$ ℳ/m.

Die Kosten der Handarbeit (siehe oben) betragen 0,86 ℳ/m.

Die Maschinen arbeiteten also um 30,2% billiger.

Benzinverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{6875}{4071} = 1,7$ l/Std. = 1,2 kg/Std.

Ölverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{460}{4061} = 0,118$ l/Std. = 0,10 kg/Std.

Bei 138 Arbeitstagen zu 9 Stunden errechnen sich 2490 Tagschichten und 4970 Maschinenstunden = 2,0 × Tagschicht.

In Wirklichkeit geleistet 2360 bzw. 4061 = 1,72 × × Tagschicht.

Maschinen nur zu 80% ausgenützt, stärkere durchschnittliche Hebung des Gleises und sehr sorgfältige Arbeit, trotzdem 30,2% billigere Arbeit als in Handarbeit.

4. Zeit vom 14. IX. 25 bis 17. X. 25.

Arbeitstage	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 8 Std.	9 Std.	Maschinenstunden	Störungen a) der Maschinen b) der Stopfhämmer	Störungen in % der Maschinenstunden	Benzin l	Öl l	Leistung m	Durchschnittliche Hebung cm
30	540	—	812	a) 11 Std.	1,35	1925	117	5030	3
—	—	—	—	b) 2½ Std.	0,31	—	—	—	—

In 812 Maschinenstunden Leistung: 5030 m, sohin in 1 Stunde = ... 6,2 m

540 Tagschichten zu 8 Stunden leisteten 5030 m, also 1 Arbeiter täglich = ... 9,35 m

Von Hand stopft 1 Arbeiter im Arbeitstag zu 8 Stunden (siehe oben) . . . . . 5,6 m

Die Maschinen leisteten also das $\frac{9,35}{5,6} =$ = 1,67 fache.

Die Kosten der Maschinenarbeit betrugen auf den lfd. m Gleis:

Löhne 540 × 4,71 = ... 2 543 ℳ
Zuschlag für Maschinenführer 67 × 3 = . . . 201 »
Benzin 1925 × 0,26 = ... 500 »
Öl 117 × 0,85 = ... 100 »
Verzinsung, Tilgung, Ersatzteile 812 × 1,3 = . 1055 »
4 399 ℳ

Digitized by Google

Die Kosten der Maschinenarbeit betragen also auf den lfd. m Gleis $\frac{4399}{5030} = 0{,}875$ ℳ/m.

Handarbeit kostet (siehe oben) 0,86 ℳ/m.

Die Maschinen arbeiteten also um 2 % teuerer.

Benzinverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{1925}{812} = 0{,}24$ l/Std. = 1,7 kg/Std.

Ölverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{117}{812} = 0{,}144$ l/Std. = 0,13 kg/Std.

Bei 30 Tagen errechnen sich 540 Tagschichten und $30 \times 4 \times 8 = 960$ Maschinenstunden = 1,8 × Tagschicht.

In Wirklickkeit geleistet 540 Tagschichten und 812 Maschinenstunden = 1,5 × Tagschicht.

Also wurden die Maschinen nur zu 85 % ausgenützt, aufserdem war auch die stündliche Leistung sehr gering (nur 6,2 m/Std.) daher um 2 % teuerer als Handarbeit.

5. Zeit vom 12. X. 25 bis 6. III. 26.

Arbeitstage	Tagschichten ohne Vorarbeiter zu 8 Std.	9 Std.	Maschinenstunden	Störungen a) der Maschinen b) der Stopfhämmer	Störungen in % der Maschinenstunden	Benzin l	Öl l	Leistung m	Durchschnittliche Hebung cm
79 zu 8 Std.	1422	432	2926	a) 26 Std.	0,9	7034	648	19240	4,5
24 zu 9 Std.	1854		—	b) 3 Std.	0,27	—	—	—	—
103 Arbeitstage									

In 2926 Maschinenstunden Leistung: 19240 m, sohin in 1 Stunde = ... 6,2 m

1422 Tagschichten zu 8 Stunden, 442 Tagschichten zu 9 Stunden, oder 477 Tagschichten zu 8 Stunden leisteten 19240 m, somit 1 Arbeiter in 1 Tag

$\frac{19240}{1422 + 477} = \frac{19240}{1899} =$ . . . . . 10,1 m

Von Hand stopft ein Arbeiter im Tag zu 8 Stunden = ... 5,6 m

Die Maschinen leisteten also das $\frac{10{,}1}{5{,}6} =$ = 1,8 fache.

Die Kosten der Maschinenarbeit betrugen für den lfd. m Gleis:

Löhne $1422 \times 4{,}71 =$	6697 ℳ
$432 \times 4{,}71 \frac{9}{8} =$	2293 »
Zuschlag für 2 Maschinenwärter $103 \times 3 =$.	309 »
Benzin $7034 \times 0{,}26 =$	1870 »
Öl $648 \times 0{,}85 =$	550 »
Verzinsung, Tilgung, Ersatzteile $2926 \times 1{,}3$.	3800 »
	15519 ℳ

Die Kosten der Maschinenarbeit betrugen daher für den lfd. m. Gleis $\frac{15519}{19240} = 0{,}81$ ℳ/m.

Handarbeit kostet (siehe oben) 0,86 ℳ/m.

Die Maschinen arbeiteten also um nur 6 % billiger als Handarbeit.

Benzinverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{7034}{2926} = 2{,}4$ l/Std. = 1,7 kg/Std.

Ölverbrauch

für 1 Maschinenstunde $\frac{648}{2926} = 0{,}22$ l/Std. = 0,2 kg/Std.

Bei 103 Tagen errechnen sich 1854 Tagschichten und

$\left.\begin{array}{l} 79 \times 8 \times 4 = 2530 \\ 24 \times 9 \times 4 = \ \ 864 \end{array}\right\} = 3394$ Maschinenstund. = 1,85 × Tagschicht.

Wirklich geleistet 1854 Tagschichten und 2926 Maschinenstunden = 1,6 × Tagschicht.

Also wurden die Maschinen nur zu 86 % zeitlich ausgenützt, aufserdem war die stündliche Leistung nur gering (nur 6,2 m/Std.). Ursache: Frost und Schnee, starke Hebung.

Aus den vorstehenden wirtschaftlichen Ergebnissen der einzelnen Maschinenstopfarbeiten ist folgendes klar zu ersehen:

Die gröfsere oder geringere Wirtschaftlichkeit des Maschinenstopfens hängt ausschliefslich davon ab, wie lange die einzelne Schwelle gestopft wird (tägliche Leistung) und wie die Maschinen zeitlich ausgenützt werden.

Die Dauer des Stopfens einer Schwelle schwankt zwischen $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Min.

Unerfahrene Arbeiter stopfen nach Umständen überflüssiger Weise doppelt so lange an einer Schwelle als notwendig. Die Tagesleistung sinkt hierdurch auf die Hälfte herab. Hier mufs daher ein erfahrener, zielsicherer Vorarbeiter die Stopfarbeit auf ein Mindestmafs einschränken und doch gute Arbeit sicherstellen.

Ferner: die Maschinen müssen von der ersten Minute des Arbeitsbeginnes an laufen und nicht erst etwa $^1/_2$ bis 1 Std. nach Antreten der Arbeiter in Betrieb kommen.

Dies ist nur möglich, wenn durch eine geeignete Organisation die Maschinenführer früher am Platze sind, die Maschinen rechtzeitig an die Arbeitsstelle verbringen und in Betrieb setzen.

Die Maschinen müssen ferner ohne jede Pause durchlaufen, was bei geeigneter Organisation möglich ist. Die Maschinenstunden müssen bei achtstündigen Tagschichten der 18 Arbeiter (einschliefslich Maschinenführer) das 1,8fache der Arbeiter-Tagschichten betragen, bei neunstündigen Tagschichten das zweifache. Nur dann ist volle Ausnützung der Maschinen gegeben. Diese Kontrolle ist stets notwendig.

Um eine höchste wirtschaftliche Ausnützung der Maschinen zu erzielen, wäre eine Verlängerung der Tagschichten anzustreben (zwei Schichten, vielleicht sogar Nachtarbeit bei künstlichem Licht).

Als Normalleistung einer Maschine bei 2 cm durchschnittlicher Hebung des Gleises dürfen pro neunstündigen Arbeitstag mindestens 80 m, als Höchstleistung pro neun Stunden 100 m angenommen werden.

Werden diese Leistungen durch gute Organisation und Aufsicht erreicht, so ist eine dreimal höhere Leistung und eine Verbilligung von 30 bis 40 % gegenüber der Handarbeit gesichert.

Dieses wirtschaftliche Ergebnis ist so günstig, dafs mit aller Sicherheit angenommen werden kann, dafs in kürzester Frist die Maschinenarbeit die Handstopfarbeit verdrängen wird, vor allem, wenn die nötigen Mittel für die Beschaffung der Maschinen flüssig gemacht werden können.

Nur durch die Maschinenarbeit wird die sogenannte »planmäfsige« Gleisunterhaltung möglich werden, da bisher die meisten Bahnmeistereien noch nicht einmal ihren ganzen Bezirk systematisch durcharbeiten, sondern infolge des Mangels an Arbeitern immer nur Flickarbeit leisten konnten.

Mit sechs Maschinen können in einem Jahr (Sommer und Winter) etwa 60 bis 80 km Gleis in Stand gesetzt werden. Ein Bauinspektionsbezirk von der in Bayern üblichen Ausdehnung kann daher jeweils in einem Umtrieb von 3 bis 4 Jahren durchgearbeitet werden.

Zum Schlufs ist noch die Hauptfrage zu prüfen: Werden Ersparnisse erzielt, wenn für jede Bauinspektion ein Satz von sechs Maschinen sofort beschafft wird?

Digitized by Google

Dies ist nur dann zu bejahen, wenn gleichzeitig mit der Beschaffung der Maschinen so viele Arbeiter eingespart werden können, dafs die Maschinen mit den eingesparten Taglöhnen bezahlt werden können.

Die sechs Maschinen kosten heute 12000 ℳ und werden wohl bald noch billiger zu haben sein. In den obigen Berechnungen sind die seinerzeitigen Kosten von 3000 ℳ für die Maschine zugrunde gelegt.

Ein Arbeiter kostet heute jährlich 1800 ℳ (reiner Arbeitslohn ohne Versicherungskosten usw.).

Werden also acht Arbeiter bei einer Bauinspektion eingespart (Stand etwa 250 Mann) dann sind die Maschinenkosten in einem Jahr bezahlt.

Es ist aber wohl kaum zweifelhaft, dafs diese Einsparung von etwa acht Mann bei jeder Bauinspektion möglich ist, vor allem mit Rücksicht auf die durch die Maschinen mögliche planmäfsige Gleiswirtschaft, die von Jahr zu Jahr fortschreitend immer günstigere Verhältnisse ergeben wird.

Wenn hierbei noch berücksichtigt wird, dafs mit den Maschinen dreimal so rasch und 30 bis 40 % billiger gearbeitet werden kann, so ergibt sich ein wirklich hoffnungsvolles Bild für die Wirtschaftlichkeit des Maschinenbetriebes.

Nun steht der sofortigen Beschaffung von Gleisstopfmaschinen zur Zeit allerdings die traurige Finanzlage hindernd im Wege; trotzdem sollte man nicht säumen, in die Beschaffung sofort einzutreten in der Weise, dafs jeder Bauinspektion gestattet wird, einen Satz von sechs Maschinen zu beschaffen unter der Bedingung, dafs sie die Kosten durch die Einsparung von Taglohnschichten selbst zu decken, also den Stand an Stamm- oder Zeitarbeitern entsprechend zu kürzen hat.

Hierdurch wird nicht blofs eine sofortige Mehrbelastung des Haushaltes vermieden, sondern unter wesentlicher Verringerung der Jahreskosten der reinen Stopfarbeit (30 %) eine planmäfsige und ausgiebigere Gleisunterhaltung erreicht werden, die im Laufe der Jahre immer gröfsere Ersparnisse und gröfsere Wirtschaftlichkeit in Aussicht stellt.

Schrägaufzüge für Schlackenverladung.

Von Reichsbahnoberrat Schreier, Frankfurt a. O.

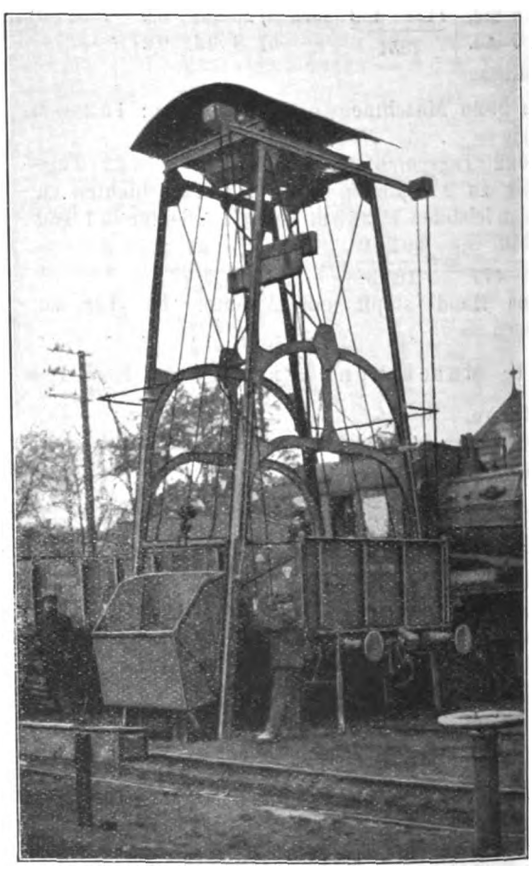
Hierzu Tafel 34.

Im Heft 4 des Jahrgangs 1923 dieser Zeitschrift befinden sich auf Seite 79 eine kurze Beschreibung und Abbildung einer Schlackenverladevorrichtung der London und Nordwest Eisenbahn in Crewe. Dieser Artikel gab Veranlassung, ähnliche Vorrichtungen in Landsberg und Schneidemühl ausführen zu lassen. Die Anlage in Landsberg a. W. ist doppelseitig, die beim Betriebswerk Schneidemühl Rbf. befindliche einseitig.

Der Gedanke, die Schlacke in ein in der Ausschlackgrube befindliches Fördergefäfs fallen zu lassen, dieses sodann zu heben und die Schlacke abzuwerfen, ist nicht neu. Auf dem Verschiebebahnhof Rothensee bei Magdeburg befindet sich eine Anlage, bei welcher die Schlacke mittels eines Fördergefäfses in einen hochstehenden Behälter gehoben, dort abgestürzt und aus diesem nach Ansammlung einer gröfseren Menge in darunter geschobene Schlackenwagen abgelassen wird. Diese an sich sehr gute Anordnung, welche durch die örtlichen Verhältnisse bedingt ist, hat den Nachteil, dafs durch den Behälter die Anlage verteuert wird und gröfsere Unterhaltungskosten für die Erneuerung der Blechwandungen entstehen.

Die Bauart, welche nachstehend beschrieben wird und aus der Textabbildung für die Landsberger, sowie aus Abb. 1 bis 3, Taf. 34 für die Schneidemühler Anlage ersichtlich ist, ist wesentlich einfacher. Die Asche fällt aus dem Aschkasten der Lokomotive über eine in der Löschgrube befindliche schräge Fläche in den Förderkübel. Sobald dieser gefüllt ist, wird er nach Einschalten des Windenmotors gehoben. Hierbei gleitet die vordere Führungsrolle zwischen zwei U-Eisen, welche gleichzeitig als Gerüstsäulen dienen und oben umgebogen sind, bis der vordere Teil des Kübels sich über dem Wagen befindet und die Rolle gegen einen Anschlag stöfst. Durch weiteres Anheben des Kübelbodens bekommt das ganze Gefäfs eine schräge Lage, so dafs sein Inhalt in den Wagen abstürzt. In der Abb. 1, Taf. 34 ist der rechte Kübel in der Höchststellung nach dem Abstürzen der Schlacke zu sehen. Während des Schlackenziehens wird durch eine festverlegte Spritzleitung ständig Wasser auf die Rutschfläche und in den Kübel geleitet, damit die noch glühenden Teile abgelöscht werden. Die Kübelwände sind durchlöchert, damit das Wasser ablaufen kann. Zur Verringerung des Stromverbrauches ist das Eigengewicht des Kübels durch ein Gegengewicht ausgeglichen. Die Bauart ist ähnlich den Hochofenaufzügen und den an Mörtelmischmaschinen befindlichen Einrichtungen zum Heben des Zementsandgemisches.

Bei der für die Schlackenverladung bisher gebräuchlichen Kellerschen Vorrichtung ist es erforderlich, die Schlackenhunde auf der Grubensohle zu verfahren, den Hakenbügel einzuhängen, den Schlackenhund über dem O-Wagen umzukippen und nach Rückbeförderung in die Grube den Hakenbügel wieder auszuhängen. Diese Arbeiten fallen bei den hier beschriebenen Anlagen fort, denn Seil und Kübel sind ständig miteinander



verbunden und es ist weiter keine Handarbeit notwendig, als den Motor ein- und auszuschalten. Aufserdem ist die Vorrichtung sofort wieder gebrauchsfähig, sobald die Lokomotive die Ausschlackstelle verläfst und die folgende Lokomotive nachgerückt ist, denn inzwischen ist der Förderkübel wieder in

Digitized by Google

seine tiefste Stellung unter den Aschkasten bzw. dem Rutschblech gelangt und zur Aufnahme neuer Schlackenmengen bereit. Die Vorteile dieser Anlagen gegenüber Handverladung sind, dafs jede Schlackenansammlung auf dem Erdboden fortfällt und die Belästigung der Arbeiter durch die beim Herunterfallen der glühenden Schlacke und Asche entstehende Hitze und schädlichen Gase vermieden wird, weil erstere über die schräge Fläche sogleich seitlich fortgleiten. Die Förderkübel sind so grofs, dafs sie zwei bis drei Aschkastenfüllungen aufnehmen können. Die Dauer einer Hebung und Senkung beträgt bei der Schneidemühler Anlage 61 Sek., bei der Landsberger 2,07 Min. Der Unterschied wird dadurch hervorgerufen, dafs bei ersterer Anlage eine Winde mit 5 PS-Motor und bei letzterer ein Demag-Flaschenzug von 1000 kg Tragfähigkeit verwendet ist. Infolge der geschilderten ständigen Betriebsbereitschaft können bei der Schneidemühler Anlage stündlich fünf bis sechs Lokomotiven entschlackt werden, während an der doppelseitigen Landsberger Anlage zwei Kolonnen zu gleicher Zeit arbeiten können und diese daher das doppelte leisten kann. Die Bauart der Aufzüge ist so einfach, dafs die beiden hier beschriebenen im eigenen Betriebe hergestellt werden konnten. Die zuerst gehegten Befürchtungen, dafs bei Frost das abfliefsende Spritzwasser in der Grube einfrieren könnte, sind nicht eingetreten, wie während des verflossenen Winters beobachtet worden ist. Die Unterhaltungskosten der Anlagen sind gering, aufserdem ergibt sich noch der Vorteil, dafs lange Löschgruben, wie sie bisher gebaut wurden, nicht mehr erforderlich sind, denn das Ausschlacken erfolgt nur an der einen Stelle neben dem Aufzug. Die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage gegenüber Handverladung ergibt sich schon bei Lokomotivbehandlungsanlagen mittleren Umfanges, wie nachstehendes Beispiel zeigt.

Die Anlagekosten des Aufzuges in Schneidemühl Rbf. betrugen 4900 ℳ.

Hiervon	10 v. H. Verzinsung .	490,— ℳ	jährlich
	5 v. H. Abschreibung	245,— »	»
	Ausbesserungskosten .	200,— »	»
	Stromkosten	75,60 »	»
	Schmierung	20,— »	»
	Betriebslöhne . . .	200,— »	»
	Insgesamt .	1230,60 ℳ	jährlich.

Es ist angenommen, dafs stündlich vier Lokomotiven oder täglich rund 90 Lokomotiven entschlackt werden.

Hierbei betragen die Kosten der Handverladung: 14 cbm = 8,4 t Schlacke von Grubensohle auf Erdboden und von dort auf den Wagen zu verladen 8,4 . 2,2 = 18,48 Gedingestunden. Der Durchschnittstagelohn eines Arbeiters in Schneidemühl beträgt 5,41 ℳ, daher sind die Lohnkosten für 18,48 Gedingestunden = 11,08 ℳ oder jährlich an 310 Tagen 3434,80 ℳ.

Die Ersparnis beträgt somit jährlich 2204,20 ℳ.

Die Vorteile der Schrägaufzüge sind daher derartig, dafs ihre Ausführung nur empfohlen werden kann.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das Geschäftsjahr 1925.

Der Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das Jahr 1925 umfafst das erste Geschäftsjahr der Gesellschaft und zwar die Zeit vom 1. Oktober 1924 bis 31. Dezember 1925.

Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung der Verhältnisse ist die Eröffnungsbilanz (1. Oktober 1924) und sodann der Jahresabschlufs 1925 (Betriebsabschlufs, Gewinn- und Verlustrechnung, Bilanz für den 31. Dezember 1925) zusammengestellt und erläutert. Hieran schliefst sich eine „Statistische Übersicht wichtiger Ergebnisse der Kalenderjahre 1925 und 1913", die interessante Vergleiche ermöglicht und sich erstreckt auf: Betriebslängen, Betriebs- und Verkehrsleistungen, Wagenstellung, Bestand an Lokomotiven, Brenn- und Schmierstoffverbrauch, Personalstand, Betriebseinnahmen und -Ausgaben, Unfälle, Bezüge der planmäfsigen Reichsbahnbeamten und Löhne der Arbeiter. Nunmehr folgen in acht Abschnitten Einzelausführungen, aus denen Nachstehendes kurz hervorgehoben sein mag.

I. Verkehr und Betrieb.

Die erste wichtige Aufgabe nach Gründung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft war die Wiedereinrichtung des Betriebes auf den bis dahin von der Regie betriebenen Strecken. Nach Herstellung der Reichsbahneinheit wurde alsbald mit der Verbesserung der notleidenden Güterbeförderung vorgegangen. Der Güterverkehr erreichte im Geschäftsjahr 1925 annähernd 93 % der Wagenstellung im Jahre 1913 und stieg in den Monaten des stärksten Herbstverkehrs auf etwa 97 % der Vorkriegsleistung. Die Geschwindigkeit der Durchgangsgüterzüge wurde unter Ausnutzung der durch die Druckluftbremse gegebenen Möglichkeiten überall, wo es wirtschaftlich gerechtfertigt war, von 30 und 35 auf 40 km/h erhöht. Die Geschwindigkeit der Eilgüterzüge wurde von 50 auf 60 km/h gebracht und ein Netz dieser schnellfahrenden Züge nach einheitlichen Gesichtspunkten zwischen den grofsen Verkehrszentren geschaffen. Für den Wettbewerb im Auslandsverkehr entstanden eine Reihe besonders guter Zugverbindungen von Grenze zu Grenze. Reine luftgebremste Durchgangsgüterzüge wurden im allgemeinen mit einem Zugführer und einem Schaffner besetzt, Züge mit Handgruppen und Nahgüterzüge dagegen stärker. Die Ersparnis an Zugbegleiterpersonal beträgt im ganzen rund ein Drittel. Für den Fernverkehr wurde erstmalig ein Güterkursbuch für das ganze Reich herausgegeben. Es enthält — getrennt nach Eil- und Frachtgut — die besten Beförderungspläne für Wagenladungsverkehr im Ausland und Inland. Gegen Ende des Jahres ging der Verkehr stark zurück. Ein Drittel aller Güterwagen war aufser Betrieb, von Lokomotiven waren durchschnittlich etwa 5300 Stück abgestellt. Die Anlagen für den Betriebsmaschinendienst sind weiter verbessert und dabei die arbeitsparenden Anlagen für Bekohlung und Entschlackung sowie die wärmewirtschaftlich vollkommneren Auswaschanlagen entwickelt worden. Der elektrische Zugbetrieb wurde weiter ausgebaut. Am Jahresende 1925 befanden sich rund 950 km elektrische Bahnen im Betrieb, daneben im Bau weitere 180 km. Die Zuglasten und Zuggeschwindigkeiten auf den elektrisch betriebenen Bahnen konnten gegenüber dem Dampfbetrieb wesentlich gesteigert und die Fahrzeiten der Personen- und Schnellzüge abgekürzt werden. Hinsichtlich der elektrischen Heizung der Personenwagen haben der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen und der Internationale Eisenbahnverband über Heizspannung, Stromstärke, Leistung, Sicherung, Kupplung usw. Vereinbarungen getroffen, die eine Verwendung der Heizung auf allen elektrisierten Strecken der verschiedenen Länder zulassen.

II. Tarife.

Im Güterverkehr sind Frachterleichterungen durch zahlreiche Einzeltarifmafsnahmen sowohl im Wege der Gütereinteilung als auch durch Ausnahmetarife gewährt worden. Den Wünschen der Wirtschaft auf allgemeine Tarifermäfsigungen konnte jedoch nicht entsprochen werden. Zur Förderung des Absatzes deutscher Kohle wurden Ausnahmetarife von der Ruhr und Schlesien nach dem Küstengebiet eingeführt. Im internationalen Durchgangsverkehr und im Verkehr mit dem westlichen Ausland ist der Wettbewerb mit ausländischen Wegen und Seehäfen durch besondere Tarifmafsnahmen aufgenommen.

Der direkte Verkehr mit dem Ausland wurde u. a. durch Aufhebung des Frankatur- und Überweisungszwanges und erweiterte Zulassung von Nachnahmen ausgebaut, wenn auch der Schaffung von Tarifen nach Art der Vorkriegszeit vielfach noch politische und Währungsschwierigkeiten entgegenstehen.

Von neuen direkten Tarifen sind besonders der Gütertarif zwischen Ostpreufsen und Rufsland sowie die deutsch-tschechischen Kohlen- und Seehafentarife hervorzuheben. Im Personen- und Gepäckverkehr sind ebenfalls verschiedene wichtige Tarifmafsnahmen getroffen worden, die sich auf die Erhöhung der Fahrpreise von Einzel- und Zeitkarten erstrecken. Die Einheitssätze einschliefslich Verkehrssteuer betragen danach für 1 Tarifkilometer:

4. Kl. 3,3 Pf.; 3. Kl. 5 Pf.; 2. Kl. 7,5 Pf.; 1. Kl. 10,8 Pf.; mit dem Spannungsverhältnis 1 : 1,5 : 2,3 : 3,3.

Zur Hebung des Verkehrs wurden Fahrpreisermäfsigungen für Gesellschaftsfahrten eingeführt, desgleichen für Ausländer, die

Digitized by Google

Deutschland durchreisen und über deutsche Häfen nach aufsereuropäischen Ländern auswandern oder von dort zurückkehren. Im Verkehr mit dem Ausland sind direkte Personen- und Gepäcktarife eingeführt worden. Im Gepäckverkehr wurde für Reisende in Flugzeugen und Automobilen, für Touristen usw. zugelassen, dafs Gepäck auch ohne Fahrkarten zum Expreſsguttarif abgefertigt wird.

III. Finanzen.

Die Einnahmen im Geschäftsjahr 1925 zeigten eine fortschreitende Besserung, die sich im wesentlichen aus der Wiederinbetriebnahme der Rhein- und Ruhrbahnen ergeben hat. Die Betriebszahl beträgt 85, 56. Der Überschufs von rund 818,8 Mill. RM. diente zur Bestreitung des Dienstes der Reparationsschuldverschreibungen, zu den Zuweisungen zur gesetzlichen Ausgleichsrücklage und zu den erforderlichen Rückstellungen. Der Reingewinn von rund 156,1 Mill. RM. ist bestimmt zur Zahlung der 7%igen Vorzugsdividende auf die bereits ausgegebenen Vorzugsaktien. Für neue werbende Anlagen wurden angesichts der Schwierigkeiten in der Kreditbeschaffung nur verhältnismäfsig geringe Mittel aufgewandt. Besondere Aufmerksamkeit wurde der bankmäfsigen Verwaltung der Bargeldbestände gewidmet, zu welchem Zweck der Geldverkehr der Reichsbahn mehr und mehr auf die deutsche Verkehrs-Kredit-Bank A.-G. übergeleitet wurde.

IV. Personalwesen.

Die Gesamtzahl des Personals wurde im Laufe des Berichtsjahres von 771 193 auf 711 381 Köpfe gesenkt. Daneben war es erforderlich, den Abbau an Beamten im besetzten Gebiet, der während der Regiezeit nicht vorgenommen werden konnte, durchzuführen. In Übereinstimmung mit den Abbaumafsnahmen wurde auch auf eine Verminderung der Planstellen im Haushalt hingewirkt. Zur weiteren Anpassung der Planstellen an das sachliche Bedürfnis ist aufserdem ein Stellenprogramm aufgestellt worden, nach dem künftig die vorhandenen Beamtendienstposten zu einem Teil durch Hilfsbeamte oder Diätare zu besetzen sind. Hierdurch soll bei Eintritt rückläufiger Verkehrsverhältnisse oder bei sonst notwendig werdenden Personalverschiebungen der nötige Spielraum in der Personalverwendung geschaffen werden.

Die lohnpolitische Lage war im Geschäftsjahr durch mehrere allgemeine Lohnbewegungen gekennzeichnet. Die Grundlöhne erfuhren vom November 1924 an eine Erhöhung um durchschnittlich 9%, mindestens aber um 4 Pf. für den 24jährigen Arbeiter. Im Lohntarif ist eine bemerkenswerte Änderung eingetreten. Über das Gedingeverfahren in den Bahnbetriebs- und Bahnbetriebswagenwerken, in den Bahnkraft- und Bahngaswerken ist mit den vertragschliefsenden Arbeitnehmervereinigungen eine Vereinbarung geschlossen worden, die sich in ihren Grundzügen an die gleiche Regelung in den Eisenbahnausbesserungswerken anlehnt. Am 1. Januar 1925 ist in Ausführung der Reichsbahngesetze die Personalordnung in Kraft getreten. Ebenso sind für die Erteilung des jährlichen Erholungsurlaubes neue Bestimmungen getroffen worden.

Neu herausgegeben wurden (mit Gültigkeit vom 1. Januar 1926) „Vorschriften für die Feststellung der körperlichen Tauglichkeit des Reichsbahnpersonals".

V. Bauwesen.

Die Bautätigkeit blieb wegen der schwierigen Finanzlage auf solche Ausführungen beschränkt, die für eine sichere und wirtschaftliche Betriebsführung unbedingt nötig waren. Teilweise war es möglich, stillgelegte Bauausführungen wieder in Gang zu bringen. Einige neue Bahnstrecken wurden fertiggestellt und dem Betrieb übergeben. Ebenso wurden die zur Entlastung wichtiger Hauptbahnen und Bahnhöfe im Bau befindlichen Umgehungs- und Ergänzungsbahnen sowie der zwei- und mehrgleisige Ausbau wichtiger Strecken weiter gefördert. Auf die Verbesserung und Erweiterung der vorhandenen Verschiebebahnhöfe wurde besonderes Gewicht gelegt (Einbau von Gleisbremsen nach den Systemen „Thyssenhütte" und „Jordan" und die auf dem Bahnhof Seddin eingebaute Beschleunigungsanlage „Pösentrup-Heinrich"). Eine Reihe Stationen der wichtigeren Zufuhrlinien wurde durch die Anlage von Überholungsgleisen und Vergröfserung der Nutzlängen der vorhandenen Gleise leistungsfähiger gemacht. Als wichtige Hochbauten sind die Geschäftsgebäude der Reichsbahndirektionen Oppeln und Trier zu nennen, die fertiggestellt und bezogen worden sind.

Der Unterhaltungszustand der eisernen Brücken wurde durch umfangreiche Entrostungs- und Anstricharbeiten und durch Erneuerung schadhafter Brückenbalken und -beläge weiter erheblich gebessert. Die Verstärkung und der Umbau der eisernen Brücken, die durch die neuen Fahrzeuge unzulässig hoch beansprucht werden, wurden mit Nachdruck gefördert. Zur Vereinfachung des Betriebsdienstes und zur Ersparung von Bedienungspersonal wurden an Signal- und Sicherungsanlagen Einrichtungen geschaffen, die gestatten, in verkehrsschwacher Zeit Stellwerke vorübergehend aufser Betrieb zu setzen. Die Einrichtung der elektrischen Weichen- und Signalbeleuchtung wurde nach Möglichkeit fortgeführt, versuchsweise sind auch Lichttagsignale aufgestellt worden. Die zur Erhöhung der Betriebssicherheit dienende Einrichtung der elektrischen Strecken- und Stationsblockung und die Aufstellung von Doppellichtvorsignalen wurde gefördert. Das Fernmeldewesen, insbesondere das Fernsprechwesen, wurde weiter ausgestaltet. Auf dem Rangierbahnhof Pankow ist eine Anlage zur Übermittlung von Meldungen auf die Rangiermaschine mittels drahtloser Telephonie versuchsweise geschaffen worden.

Auf der Strecke Berlin—Hamburg wurden die Versuche mit der Eisenbahn-Zugtelephonie abgeschlossen. An der Verbesserung des Oberbaues wurde mit aller Kraft gearbeitet. Besonders zu erwähnen ist, dafs der nach badischem Muster durchgebildete Reichsoberbau B mit Schienen S 49 auf Eisenschwellen in einer Länge von rund 1200 km erstmalig verlegt worden ist. Auch der nach oldenburgischem Muster durchgebildete Reichsoberbau O mit Schienen S 49 wurde in einer Länge von 80 km versuchsweise eingebaut. In Versuchsstrecken wurde die Schweifsung von Schienenstöfsen angewendet. Bei der Herstellung der Gleisbettung wurden in technischer und wirtschaftlicher Beziehung dadurch Fortschritte erzielt, dafs man die Bettung vor dem Verlegen des Oberbaues durch Stampfen dichtete und vor dem Verlegen der eisernen Schwellen sogenannte Füllkästen anwendete.

VI. Rollendes Material.

Die Normung und Typisierung der Lokomotiven ist weiter bearbeitet worden und hat bereits im Herbst 1924 zur Bestellung von je zehn Vierzylinder-Verbund- und Zweizylinder-Zwillings-Schnellzuglokomotiven sowie zehn 1 E-Güterzuglokomotiven der Einheitsbauart geführt. Die Normung der Einzelteile an vorhandenen Lokomotiven wurde ebenfalls gefördert, so dafs jetzt schon Austauschbarkeit der Armaturen und der Lagerschalen ermöglicht wird. Die wirtschaftliche Verwendung von Turbinen mit Dampfniederschlag und von Höchstdruck wurde in einzelnen Bauarten geprüft und auch eine Höchstdruck-Turbinenlokomotive bestellt. Zur Ausnutzung der Brennstoffwirtschaft des Dieselmotors haben Versuche mit solchen Motoren unter Verwendung von Lentz-Getrieben, Druckluftübertragung und Zahnradübersetzung an Lokomotiven und Triebwagen stattgefunden. Die Leistungsfähigkeit der Triebwagen wird nach Möglichkeit weiter gefördert, der Betriebsbereich bei Speichertriebwagen ist auf 300 km erhöht worden.

Im Wagenbau fand am Ende des Jahres 1925 die Feststellung von 30 Einheitsentwürfen für Wagen der Haupt- und Nebenbahnen ihren Abschlufs. Die künftige Bauart neuzeitlicher D-Zugwagen mit vergröfserter Sitzzahl und bequemerer Ausrüstung wurde ebenfalls entwickelt.

Bei den Güterwagen sind die Untergestelle weitgehend vereinheitlicht und Sonderbauarten, wie grofsräumige gedeckte Wagen mit doppelten Drehtüren an der Stirnwand zum Verladen von Personenkraftwagen, entworfen und verschiedene Bauarten von Schotterwagen mit selbsttätiger Entladung in beliebig einstellbarer Menge nach der Mitte oder den Aufsenseiten fertiggestellt und erprobt worden.

Von den Grofsgüterwagen sind im Geschäftsjahre fünf Züge mit je 20 Wagen in Betrieb genommen worden.

Die selbsttätigen Kupplungen werden in den Bauarten Scharfenberg und Willison an Güterwagen von 20 t und 50 t Ladegewicht sowie den Personenwagen der elektrisch betriebenen Berliner Vorortstrecken erprobt. Die Abmessungen einer neuen verstärkten Schraubenkupplung aus hochwertigem Baustoff sind nunmehr festgelegt und bereits erhebliche Mengen solcher Kupplungen eingebaut.

Der Einbau von Hülsenpuffern wurde weiter beschleunigt, ebenso der Austausch der unzulänglichen Tragfedern der 20 t-Wagen durch Verwendung eines hochwertigen Federstahls.

Besonderes Augenmerk ist der vermehrten Einführung der elektrischen Beleuchtung in den D-Zugwagen geschenkt worden. Den Versuchen zur Schaffung einer vollständig zuverlässigen Antriebsvorrichtung für Zugbeleuchtungsmaschinen war bisher kein voller Erfolg beschieden.

Digitized by Google

Die Ausrüstung des Güterwagenparks mit Kunze Knorr-Bremse ist, abgesehen von den Schwerlastwagen, Dienst- und Arbeitswagen, durchgeführt. Durch die Verwendung der Druckluftbremsen bei Güterzügen werden auch unter Abrechnung der Personalvermehrungen auf den Bahnhöfen und in den Werkstätten Tausende von Bediensteten gespart. Die Ersparnisse an Zugbegleiterpersonal infolge der Erhöhung der Grundgeschwindigkeit der Güterzüge von 30 auf 40 km/h, der Eilgüterzüge von 50 auf 60 km/h und die Verringerung der Zahl der Lokomotiv- und Personal-Wechselbahnhöfe für Durchgangsgüterzüge sind dabei noch nicht berücksichtigt.

Aus der Stoffwirtschaft ist hervorzuheben, dafs die aus der Kriegszeit herrührenden minderwertigen Stoffe nahezu beseitigt sind.

Der Austausch der eisernen Feuerkisten und der Ersatz überalterter kupferner Feuerkisten an den Lokomotiven kann als abgeschlossen gelten.

Die Vereinheitlichung der Lieferungsbedingungen ist in Zusammenarbeit mit den Erzeugern und Verbrauchern und den einschlägigen Normenausschüssen weiterbehandelt worden. Die wichtigsten Lieferungsbedingungen liegen bereits fest. Die frühere Altstoffwirtschaft wurde fallen gelassen, da sie nur noch in besonderen Fällen wirtschaftlich bleibt.

In der Wärmewirtschaft wurde erreicht, dafs billigere Brennstoffe, wie Klein- und Staubkohle, Braunkohlenbriketts, Torf und Schlackenkoks sich mehr einführten. Die Schmiedekohle wurde vielfach durch Öl- und Gasfeuerung mit Erfolg ersetzt. Die Vorabnahme der Lokomotivkohle auf den Zechen ist verbessert und ein besonderes Kohlenabnahmeamt geschaffen worden.

VII. Werkstättenwesen.

Um im Werkstättenwesen Ersparnisse an Arbeitskräften, Material, Werkunkosten und Verwaltungskosten zu erzielen, sind die Eisenbahnausbesserungswerke und Hauptwerkstätten — ohne Rücksicht auf die Reichsbahndirektionsgrenzen — in zehn Werkstättenbezirke zusammengelegt worden. Die mit der Neuordnung der Werkverwaltung verbundene Umstellung der Werke auf wirtschaftliche Betriebsführung hat zu einer wesentlichen Einschränkung der Belegschaft geführt. Durch die Zusammenfassung der Eisenbahnausbesserungswerke und Hauptwerkstätten in Ausgleichbezirke ist es möglich geworden, die Aufträge auf die einzelnen Werke so zu verteilen, dafs jedes Werk nur eine geringe Anzahl von Fahrzeugtypen auszubessern und zu unterhalten hat. Diese Mafsnahme hat nicht allein zu einer wesentlichen Verkürzung der Ausbesserungszeiten, zur Verringerung der Ausbesserungskosten und zu einem erhöhten Umschlag auf den Ausbesserungsstand geführt, sondern auch eine Vervollkommnung des Vorrats- und Austauschbaues unter gleichzeitiger Normalisierung und Spezialisierung der Arbeitsteile und eine Verringerung der Stofflagerbestände und der Ersatzteillager zur Folge gehabt.

Die Gedingearbeit wurde weiter verbessert und durch Reihenarbeit und durch Massenfabrikation wirtschaftlicher gestaltet.

VIII. Beschaffungswesen.

Das Beschaffungsverfahren wurde verbessert und vereinfacht, ebenso das Zahlungsverfahren. Bei den Beschaffungen der Stoffe mufste Zurückhaltung geübt werden, weil aus der Nachkriegszeit und dem Ruhrkampf stammende Überbestände zuerst dem Verbrauch zuzuführen waren. Im allgemeinen wickelte sich der Einkauf reibungslos ab. Auch bei den Oberbaustoffen waren die angesammelten Überbestände aufzubrauchen und die Einkäufe einzuschränken. Zur Gleisunterhaltung und Erneuerung sind 860000 t eiserne Oberbaustoffe beschafft worden. Die Verwendung der neuen Gleisbaugeräte und -maschinen, insbesondere der Gleisstopfmaschinen wurde durch planmäfsigen Einkauf gefördert. Auch eine Anzahl Schienen-Motorfahrräder ist beschafft worden. Die Fahrzeugbeschaffung- und lieferung bewegte sich wegen des geringen Verkehrsumfanges und des erheblichen Fahrzeugbestandes in nur engen Grenzen.

Am Anfang des Geschäftsberichtes ist ausgeführt, unter wie schweren Verhältnissen die Reichsbahn-Gesellschaft am 11. Oktober 1924 ins Leben getreten ist. Die Schwierigkeiten lagen nicht nur auf finanziellem Gebiete Für die ungewohnte Form, in der die Deutsche Reichsbahn in der Zukunft zu betreiben ist, mufsten auch neue Wege gefunden werden, die vor allem die enge Zusammenarbeit zwischen der Gesellschaft und allen Stellen des Reiches und der Länder und allen Kreisen der Wirtschaft sicherstellen. Der Geschäftsbericht zeigt, dafs die Verwaltung den an sie gestellten Anforderungen gerecht geworden ist. Zu beklagen ist nur, dafs der Mann, der an der Spitze der Verwaltung stand, und der mit sicherer Hand die Aufgabe gelöst hatte, die Reichsbahn dem Gesetze entsprechend in die Gesellschaftsform überzuführen, unmittelbar nach Abschlufs des Berichtes seine Augen schliefsen mufste. Die Verdienste, die sich der verstorbene Generaldirektor Oeser um die Deutsche Reichsbahn erworben hatte, sind im Geschäftsbericht gebührend gewürdigt und auch in dieser Zeitschrift bereits hervorgehoben worden*). C.

*) 1926, Seite 211.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Neue Eisenbahnpläne in Peru.

Das mit natürlichen Reichtümern und Hilfsmitteln so verschwenderisch ausgestattete Peru ist bisher durch den Mangel geeigneter Verkehrsmöglichkeiten in der Entwicklung der bedeutenden wirtschaftlichen Quellen des Landes wesentlich behindert worden. Das eigenartige geographische Charakterbild Perus mit seinen drei verschiedenen Klimaten gestaltet die Lösung der Transportfrage überaus schwierig. Aufserordentliche Kosten für den Bau moderner wirtschaftlicher Verkehrswege waren ferner bisher mit dem finanziellen Leistungsvermögen des Landes nicht in Einklang zu bringen. Neuerdings hat die Regierung Perus nun in richtiger Erwägung grofser, wirtschaftlicher Gesichtspunkte sich zu neuen grofszügigen Eisenbahnbauten entschlossen, die bereits tatkräftig in Angriff genommen sind. Mit den neuesten Mitteln der Technik hofft man, die teilweise aufserordentlich grofsen Geländeschwierigkeiten, wie sie im besonderen die Überwindung der Kordilleren darstellt, meistern zu können. Der wichtigste der peruanischen Eisenbahnpläne ist die Verlängerung der Zentralbahn von der Hauptstadt Lima nach der alten berühmten Inkaresidenz Ougco, dem weitaus bedeutendsten Bevölkerungsmittelpunkt im Osten. Dieser Plan ist nicht neu. Schon vor 1870 wurde der Bau der Linie begonnen und nach vielen langen Unterbrechungen 1893 bis Oroya, einer Stadt in der Mitte der Anden, durchgeführt. Diese Bahnstrecken wurden in der Folgezeit süd- und nordwärts bis Huancaya bzw. Cerro de Pazco weitergeführt. Jetzt soll nun diese Strecke durch die Gebirgsgegenden von Ayacucho und Apurimac hinaus bis Cuzco weitergeführt werden. Diese Kordillerenstrecke soll die höchste aller Eisenbahnlinien der Welt darstellen. Man will dann in Cuzco eine Verbindung mit der Südbahn herstellen, die vom Hafen Molendo über Arequipa und Puno nach Cuzco hinaufführt und die wiederum von Puno am Titicacasee über die bolivianische Grenze hinaus bis nach Guagui in Bolivien verlängert werden soll, um dort an die bolivianische Bahn anzuschliefsen. Wenn das peruanische mit dem bolivianischen Eisenbahnnetz in Guagui zusammengeschlossen ist, besteht ein unmittelbarer Bahnverkehr zwischen Lima und La Paz und Buenos Aires. Damit gliedert sich die neue peruanische Zentralbahn in den bereits vielbehandelten panamerikanischen Eisenbahnverkehr ein und bringt den gewaltigen Plan einer Transamerikabahn ein bedeutendes Stück in seiner Vollendung vorwärts.

Insgesamt beträgt der Weg von Lima nach Buenos Aires etwa 4500 km; davon ist die bolivisch-argentinische Durchfahrt von La Paz bis Buenos Aires, die vor kurzem fertiggestellt wurde, ungefähr 3380 km lang. Die nordperuanische Ableitung der Panamerikabahn an die Grenze Ecuadors von Cerro de Pasco aus durch das lange Tal zwischen Ost- und Mittelkordilleren dehnt sich über mehr als 1000 km aus.

Um einen Teil des noch vollkommen unentwickelten Ostens Perus zu erschliefsen, plant die Regierung weiter eine Linie nordwärts von Cuzco nach Santa Ana am Urubamba. Der neue Schienenweg soll in Cuzco dann auf die Südbahn stofsen, die zum Hafen von Mollendo führt und so die Kulturgebiete im Osten in Verbindung mit dem grofsen Ozean bringen. Das ausgedehnte fruchtbare Gebiet des tiefliegenden, tropischen Ostens von Peru, das bisher praktisch ohne brauchbare Absatzwege nicht auszubeuten war, soll aber auch durch eine Eisenbahn mit Lima verbunden werden und zwar soll über die Ostkordilleren hinweg eine Linie von etwa 340 km Länge

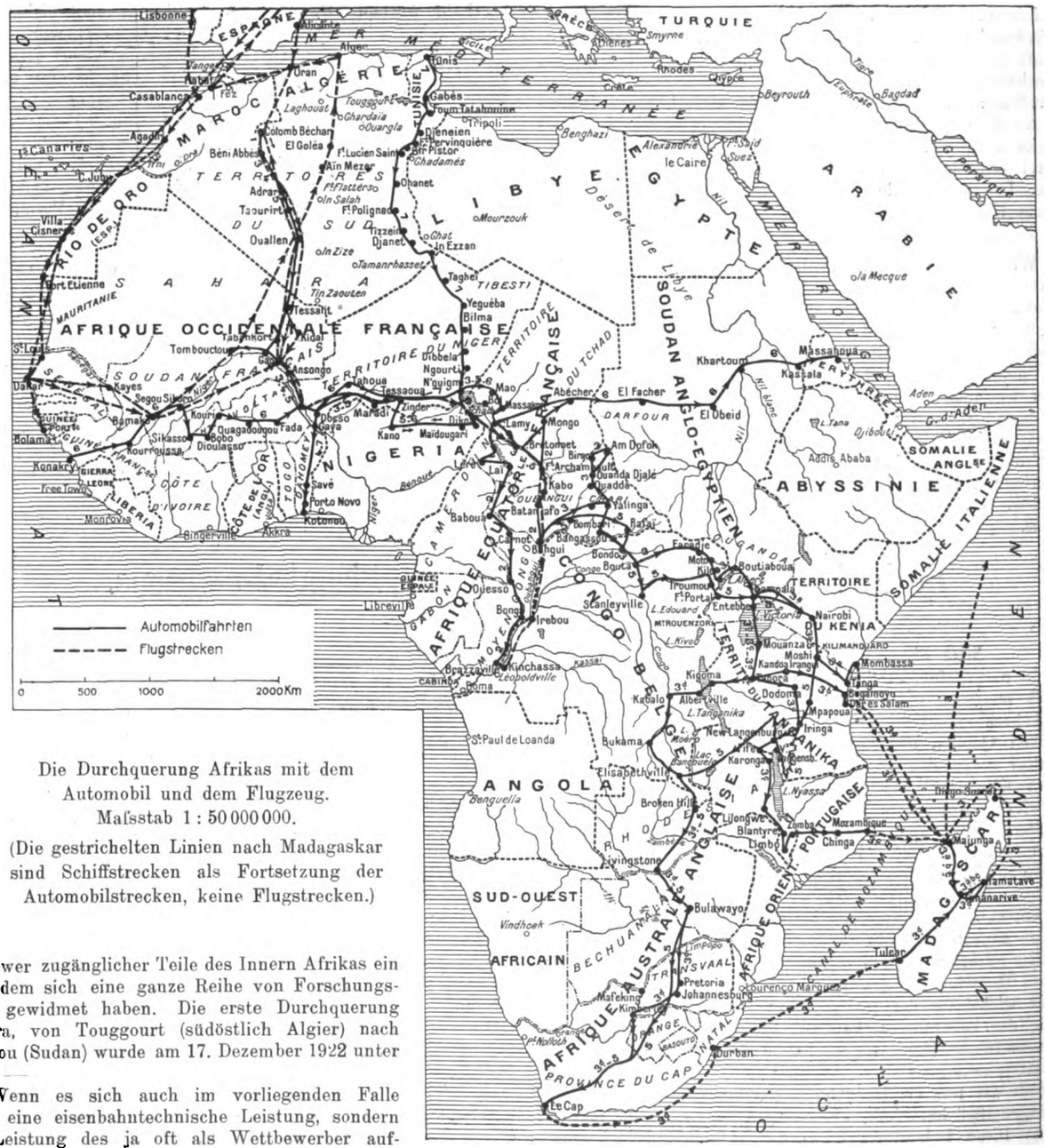
Digitized by Google

von Oroya bis zu einem zentral gelegenen Verkehrspunkte am Ucayali, einem der grofsen schiffbaren Nebenflüsse des Amazonenstromes, geführt werden.

Endlich soll zur Hebung der Produktion der peruanischen Nordostgebiete, insbesondere an Kautschuk, eine Eisenbahnverbindung im Norden Perus von einem Punkte des Marannon aus bis zum nördlichen pazifischen Hafen Paita angelegt werden. Auf diesem gegen 700 km langen Schienenwege kann die bereits heute ansehnliche Produktion Nordperus über Paita am Stillen Ozean durch den Panamakanal Europa wesentlich schneller und bequemer erreichen als auf der bisherigen umständlichen Wasserstrafse des Amazonenstromes über die Häfen des atlantischen Ozeans.

Die Durchdringung Afrikas mit dem Automobil und dem Flugzeug*).

In den letzten Jahren ist die Durchquerung der Sahara und, in weiterem Sinne, die Erforschung zwar nicht unbekannter, aber bisher schwer zugänglicher Teile des Innern Afrikas ein Problem, dem sich eine ganze Reihe von Forschungsreisenden gewidmet haben. Die erste Durchquerung der Sahara, von Touggourt (südöstlich Algier) nach Tombouctou (Sudan) wurde am 17. Dezember 1922 unter der Leitung von Direktor Haardt der Citroën-Automobilwerke und Audouin-Dubreuil angetreten, und zwar mit fünf 10 PS-Citroën-Wagen mit dem Kégresse-Raupenantrieb, über den seinerzeit in der Fachpresse viel berichtet worden ist. Ausführliche Angaben über die Konstruktion der betreffenden Wagen sind in „Génie civil" vom 13. März 1923 zu finden. Im gleichen und im folgenden Jahre erfolgten zwei weitere Vorstöfse in andere Sahara-Gegenden, ebenfalls mit Raupenwagen. Die Jahre 1924 und 1925 brachten sodann nicht weniger als sieben Expeditionen; die dabei zurückgelegten Strecken sind auf der Karte, die wir aus der Pariser „Illustration" vom 9. Januar 1926 verkleinert wiedergeben, mit ausgezogenen Linien eingezeichnet und mit 1 bis 7 numeriert. Von diesen Unternehmungen verdienen drei besonders hervorgehoben zu werden. Es betrifft zunächst die bekannte grofse „Expédition Citroën-Centre-Afrique" (Ziffer 3 in der Karte) unter der gleichen Leitung wie jene vom Dezember 1922. Mit acht Citroën-Raupenwagen verliefs sie am 28. Oktober 1924 Colomb-Béchar. In Kampala, am Victoria-See, das am 15. April 1925 erreicht wurde, unterteilte sich die Gesellschaft in vier Gruppen, von denen drei die Gebiete der Ostküste erforschten und am 26. Juni in der Hauptstadt Madagaskars wieder zusammen-



Die Durchquerung Afrikas mit dem Automobil und dem Flugzeug. Mafsstab 1 : 50 000 000.

(Die gestrichelten Linien nach Madagaskar sind Schiffstrecken als Fortsetzung der Automobilstrecken, keine Flugstrecken.)

*) Wenn es sich auch im vorliegenden Falle nicht um eine eisenbahntechnische Leistung, sondern um die Leistung des ja oft als Wettbewerber auftretenden Kraftwagens handelt, so glauben wir doch, über ein so aufserordentliches Ereignis unseren Lesern berichten zu sollen, um so mehr, als die Fahrten ja als Pionierleistung für die Erschliefsung von Innerafrika durch Eisenbahnen betrachtet werden können.

Digitized by Google

trafen, während die vierte Gruppe bis nach Kapstadt fuhr, und, nach völliger Durchquerung des afrikanischen Kontinents von Norden nach Süden, erst am 8. September 1925 Tananarive erreichte.

Auf Veranlassung der „Compagnie Transatlantique", die in Nordafrika eine weit verzweigte Organisation für Touristenreisen besitzt, hatten unterdessen auch die Renault-Automobilwerke die Frage eines sicheren Verkehrsmittels für die Wüstengegenden studiert und einen sechsrädrigen Wagen geschaffen, der sich anfangs 1924 auf der Strecke 1 bereits bewährt hatte. Eine Beschreibung dieses 10 PS-Wagens hat u. a. „Génie civil" vom 29. März 1924 veröffentlicht. Mit derartigen Wagen wurden die mit 4 und 5 bezeichneten Strecken unserer Karte zurückgelegt, von denen die letztgenannte wiederum bis nach Kapstadt führt. Es handelt sich um die vielbesprochene kühne Reise, die Hauptmann Delingette, nur in Begleitung seiner Frau und eines Mechanikers, unternahm; vom 15. November 1924 bis 4. Juli 1925, also in sieben Monaten, legten sie, unter Überwindung zahlloser Hindernisse, die 23 000 km messende Strecke zurück. Ebenso kühn und schwierig war der Streifzug der Journalisten Tranin und Duverne mit einem normalen 10 PS-Rolland-Pilain-Wagen, wobei die rund 15 000 km messende West-Ost-Durchquerung des afrikanischen Kontinents (Strecke 6 auf der Karte) die Zeit vom 5. Dezember 1924 bis 26. Februar 1925 in Anspruch nahm. Die von Tunis aus gegen den Tschad-See, anfangs 1925, mit sechs Citroën-Raupenwagen unternommene Expedition (Route 7 auf der Karte) hatte den besonderen Zweck, eine geeignete Strafse für die Wiederaufnahme des Karawanen-Verkehrs zwischen Süd-Tunesien und dem Tschad-Gebiet festzulegen, welcher Zweck auch vollkommen erreicht wurde.

Die gestrichelten Linien im Nordwesten des afrikanischen Kontinents zeigen die in den Jahren 1924 und 1925 mit dem Flugzeug zurückgelegten Strecken. Die erste Überfliegung der Sahara wurde schon 1920, also lange vor der ersten Durchquerung mit dem Automobil unternommen.

(Schweizerische Bauzeitung 1926, Bd. 88, Nr. 6.)

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Walzbettung.

Hierüber enthält die „Gleistechnik" 1926, Heft 7 und 8 einige Erfahrungen und Ansichten die im folgenden kurz wiedergegeben seien:

Eine gründliche Walzung des Untergrundes mit dem für den einzelnen Fall zulässigen Höchstgewicht ist ebenso wichtig wie die Walzung der Bettung selbst.

Je schneller die volle Dichtigkeit der neu geschütteten Bettung für die gegebene Verkehrslast erreicht wird, desto wirtschaftlicher wird sich die Gleisunterhaltung gestalten. Das Walzen erzeugt eine raschere und stärkere Verdichtung des Untergrundes der Bettung als dies durch die Betriebslasten im Laufe der Zeit erfolgt.

Gleichmäfsige Gröfse des Schotters ist für die Walzung wesentlicher als eine Verringerung der Korngröfse. 40 bis 80 mm hat sich bewährt, noch besser walzt sich 40 bis 60 mm Schotter.

Die Zukunft mufs erweisen ob es nicht zweckmäfsig ist, die ganze 30 cm starke Schotterschicht auf einmal einzubringen und zu walzen. Kurze Walzarbeit und geringere Verletzung des Untergrundes wären wünschenswerte Vorteile. Die Ausführung ist jedoch nur möglich mit besonders gebauten Walzen mit sehr breiten Walzenflächen im Gegensatz zu den bisher verwendeten Strafsenwalzen. Das Betriebsgewicht der Walze wird für einen bestimmten Einheitsdruck von z. B. 2, 3 oder 4 kg/cm² um so gröfser, je gröfser die Walzenbreite und der Walzendurchmesser ist.

An dem Grundsatz ist festzuhalten, dafs durch das Walzen die spätere Dichtungsarbeit der Lokomotive ersetzt, also die Bettung beim Walzen ebenso gedrückt werden mufs wie unter den rollenden Lasten (3 bis 4 kg/cm²).

Dampfwalzen haben den Vorteil, dafs ihre Leistung mehr gesteigert werden kann, bei Motorwalzen ist dagegen der Nachschub der Betriebsstoffe wesentlich leichter.

Die Frage, ob das im Laufe der Jahre notwendige Nachregulieren der Gleise auf Walzbettung durch Unterlegen von Grus oder durch Maschinenstopfen zweckmäfsiger und wirtschaftlicher erfolgt, mufs durch die Erfahrungen der Zukunft geklärt werden.

Mit Rücksicht auf die spätere Unterhaltung empfiehlt sich für alle Fälle, zwischen Walzbettung und Schwellen beim Umbau eine Schichte Grus von etwa 3 cm Höhe einzubringen. Sie erleichtert den Ausgleich für die verschieden hohen Schwellen und erleichtert das Nachstopfen mit Maschinen und auch das weitere Unterlegen von Grus.

Die Gefahr, dafs der Grus unter der Wirkung der Betriebslasten in den Schotter sich verliert und die Gleise sich senken, ist nach durchgeführten Versuchen, nicht zu befürchten, wenn grober Grus nicht unter 0,5 bis 3 cm gewählt wird. Unterlegen ist 100 % teuerer als Handstopfen, 130 % teuerer als Maschinenstopfen. (4 Maschinen stopfen eine Gleisstrecke von 1 km in 2 Tagen.)

Eine Verbilligung oder Beschleunigung des Gleisumbaues im Walzverfahren gegenüber den früher üblichen Verfahren ist bisher nicht erzielt. Der einzige bisher greifbare wirtschaftliche und technische Vorteil ist der, dafs auf lange Jahre keine Nachregulierarbeit notwendig wird.

Vielleicht werden auch beim Umbau einmal Ersparnisse erzielt, wenn entsprechende Sonderwalzen zur Verfügung stehen und wenn die 30 cm-Bettungsschicht auf einmal gewalzt werden kann.

Die Befürchtung, dafs durch das Walzen der Bettung ein „starres und unnachgiebiges Gleis" entsteht, ist unbegründet und beruht auf einem Vorurteil, da durch die rollenden Lasten die Bettung in gleicher Weise verdichtet wird und andererseits der Untergrund auf die Elastizität eines Gleises mehr Einflufs ausübt als die Bettung. Aber auch bei Felsuntergrund ist bisher ein starres und unnachgiebiges Gleis nicht beobachtet worden. Die gute Federung der Betriebsmittel hebt mindestens die nachteiligen Folgen der angeblich zu harten Bettung oder des Untergrundes auf. A. W.

Lokomotiven und Wagen.

Kohlenersparnis mit Speisewasservorwärmern auf Lokomotiven.

Die französische Eisenbahngesellschaft der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn (P.-L.-M.) hat zwecks Feststellung der Kohlenersparnis mit Vorwärmern umfangreiche Versuche durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der Rev. Génér. des Chem. de fer mitgeteilt. Die Versuche bezogen sich auf Abdampfinjektoren System Metcalfe, Oberflächenvorwärmer Bauart Caille Potonié und Mischvorwärmer Worthington. Im letzteren Falle fördert eine Pumpe das Tenderwasser in einen Mischbehälter, in den der Abdampf unmittelbar eingeleitet wird. Eine zweite Pumpe, in Tandemanordnung mit der ersteren und dem Kolben eines Dampfzylinders, drückt das so vorgewärmte Speisewasser in den Kessel. Ein Schwimmer regelt zwecks gleichmäfsiger Vorwärmung auch bei wechselnder Abdampfmenge den Wasserstand im Mischbehälter.

Bei der Bauart Potonié liegt der Oberflächen-Vorwärmer zwischen dem Rahmen der Lokomotive, so dafs das Tenderwasser durch natürliches Gefälle dem Vorwärmer zufliefst. Eine Warmwasserpumpe fördert das vorgewärmte Speisewasser in den Kessel. In die Abdampfzuleitung ist ein Druckregler eingebaut. Die Abdampfinjektoren Metcalfe sind nicht beschrieben, ihre Wirkungsweise dürfte allgemein bekannt sein.

Die Versuche wurden in den meisten Fällen in der Weise ausgeführt, dafs in den Betriebswerken zwei Gruppen zu je fünf Lokomotiven, die eine mit, die andere ohne Vorwärmer, abwechselnd den gleichen Dienst versahen. Allmonatlich wurde der Kohlenverbrauch für 100 t/km und zwar einschliefslich der Anheiz- und Aufenthaltszeit in den Schuppen festgestellt. Um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, wurden die Versuche auf ein halbes Jahr, zum gröfsten Teil sogar auf ein ganzes Jahr ausgedehnt.

Es wurden folgende Ersparnisse in den einzelnen Betriebswerken festgestellt:

Mit Oberflächenvorwärmer Potonié: im Werk Lyon-Mouche im Schnellzugdienst . . . . . 9,3 Prozent,
im Werk Nevers desgl. nur . . . . . 3,4 „
„ „ Portes im Güterzugdienst . . . . . 4,5 „
„ „ Avignon im Personzugdienst . . . . 6,3 „
„ „ Veynes gemischten Dienst . . . . 9,7 „

Mit den Worthington-Mischvorwärmern:
im Werk Portes, Güterzugdienst . . . . . 8,4 „

Die Metcalfe-Abdampf-Injektoren ergaben durchschnittlich 3 bis 4 Prozent; die ungünstigen Ergebnisse dieser Injektoren sind wohl auf deren immerhin noch reichlichen Frischdampfverbrauch zurückzuführen.

Digitized by Google

Auf den Kohlenverbrauch umgerechnet, bedeuten die Ergebnisse eine Ersparnis von 27 bis 84 t Kohlen für eine Maschine jährlich. Die Anschaffungs- und Instandhaltungskosten werden im Vergleich hierzu als gering bezeichnet.

Die P.-L.-M. beabsichtigt neue Versuche durchzuführen, nachdem auf Grund der gesammelten Erfahrungen an den bisherigen Apparaten Abänderungen und Neukonstruktionen ausgeführt sein werden. Ro.

Luftdruckbremsversuche in den Vereinigten Staaten.

Die Erfolge, welche die Westinghouse-Bremsen-Gesellschaft vor einigen Jahren mit elektrisch gesteuerten Luftbremseinrichtungen erzielte, veranlafsten sie, eine reine Luftdruckausrüstung mit den gleichen Vorteilen, jedoch ohne die besonderen Aufwendungen für die elektropneumatische Bauart, zu entwerfen. Sie wurde nach einem Aufsatz im Railway Age, 1. Hälfte 1926, Nr. 21 im Juli und August 1925 auf einer 88 km langen Strecke der Pennsylvania-Bahn eingehenden Versuchen unterworfen. Der Probezug bestand aus acht Personenwagen von je 24 m Länge und zwei Salonwagen. Die Universalbremsventile der Wagen und das Wechselventil der Lokomotive waren mit Drosselungen versehen, um gleiche Brems- und Lösezeiten für jedes Fahrzeug zu erzielen.

An Mefsinstrumenten waren eingebaut: Ein Geschwindigkeitsmesser im ersten Wagen; eine Einrichtung zum Messen des Bremszylinderdruckes und des Luftdruckes in der Leitung im ersten und letzten Wagen; je ein Dynamometer zwischen dem 2. und 3., sowie zwischen dem 7. und 8. Wagen. Die Instrumente wurden elektrisch vom Führerbremsventil aus betätigt.

Es fanden zehn Fahrten statt, wobei die Universalventile der Wagen sechsmal auf Schnellbrems- und viermal auf Betriebsbremswirkung gestellt waren; gleichzeitig waren sie viermal auf direkte und sechsmal auf abgestufte Lösung geschaltet. Das Wechselventil der Lokomotive stand zweimal in der Grundstellung und war achtmal in die Drosselstellung umgelegt.

Verschiedene Schaubilder in der Quelle zeigen den Verlauf der Bremsdrücke, Geschwindigkeiten usw., aus denen hervorgeht, dafs der Verlauf der Bremsung in bezug auf die Zerrungen im Zug am ungünstigsten bei Betriebsbremsstellung der Wagen mit direkter Lösung und Grundstellung des Wechselventiles, am besten bei Schnellbremswirkung mit abgestufter Lösung bei umgelegtem Wechselventil der Lokomotive war. Ferner ergab sich in letzterem Falle eine gröfsere Durchschlagskraft und ein gleichmäfsigerer Bremszylinderdruck im vorderen und hinteren Zugsteil.

Aus den Versuchen werden nachstehende Folgerungen gezogen:

Das Universalventil mit Schnellbremswirkung setzt die Durchschlagszeit nahezu auf die Hälfte herab;

das Wechselventil auf der Lokomotive bringt den zeitlichen Verlauf des Bremszylinderdruckes der Lokomotive mit dem der Wagen in besserer Übereinstimmung;

die Drosselungen sind für einen einheitlichen Verlauf der Bremsung und Lösung im ganzen Zuge wesentlich;

die Verbesserungen gestatten ferner ein sanftes Bremsen des Zuges, verringern den Bremsweg und die Bremszeit und setzen den Rückstofs im Augenblick des Anhaltens des Zuges stark herab.

Bttgr.

Buchbesprechungen.

Hebe- und Förderanlagen. Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure von Dr. Ing. e. h. H. Aumund. Zweite, vermehrte Auflage. Erster Band. — Allgemeine Anordnung und Verwendung. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1926.

Ende des vorigen Jahrhunderts war „Der Ernst" das Lehrbuch für Kranbau und Hebezeuge. Man lernte daraus ein Förderwerk konstruieren und bekam auch einen genügenden Überblick über die Mannigfaltigkeit der Formentwicklung. „Der Ernst" war schon damals ein Werk, dessen Umfang den Studierenden erschreckte. Heute bemühen sich eine ganze Reihe Schriftsteller, den inzwischen ins Riesenhafte gewachsenen Stoff der Transportanlagen ihren Lesern zu vermitteln. Neben den Werken, die es sich zur Aufgabe gestellt haben, hauptsächlich die Konstruktion der Maschinenelemente und Hebezeuge dem Studierenden und Ingenieur näher zu bringen, gibt es recht bedeutende Werke von Verfassern, die unter Verzicht auf das Rechenwerk eine Sammlung der ausgeführten Bauweisen unter allgemeiner kritischer Betrachtung bezwecken, um dem Förderingenieur oder Betriebsleiter eines Hüttenwerks, einer Werft oder dem Hafenbetriebsführenden an der Hand von Beispielen die Auswahl geeigneter Fördermittel zu erleichtern. Die Lehrbücher sind dabei so kritisch wie möglich eingestellt, um den jeweils höchsten Grad der Wirtschaftlichkeit zu vermitteln. Aus dem alten Begriff Förderwesen ist Förderwirtschaft geworden. Kaum irgendwo in einem technischen Betriebsteil kann mehr herausgewirtschaftet werden, als in dem der Fördereinrichtungen. Es ist so recht eigentlich ein Gebiet der Rationalisierung, dieses Schlagwort gewordenen Begriffs der jüngsten Wirtschaftsentwicklung.

Aumund gibt in seinem Werk ein Lehrbuch, das als die Nachfolge des „Ernst" in neuzeitlicher Form angesprochen werden kann. Die Ersterscheinung war in zwei Bände getrennt: im ersten Teil waren die grundlegende Allgemeinbehandlung mit Erörterung der Systeme, im zweiten Teil die Regeln und die Berechnung für den eigentlichen Bau durchgeführt. Die neue Auflage ergab die Notwendigkeit einer Trennung des ersten Teils. Der erste Band hiervon ist der vorliegende, soeben erschienene. Er behandelt die allgemeine Anordnung und Verwendung der Hebe- und Fördereinrichtungen. Der zweite Band wird die Sonderformen für die jeweiligen Verwendungszwecke für Werft und Hafen, Eisenbahn, Kohlen- und Eisenindustrie bringen und sich mehr an den Besteller wenden. Diese Trennung des früher ersten Teils ist — sehr lobenswert — auch mit Rücksicht auf den Studierenden geschehen: diesem genügt häufig die Kenntnis der Grundlagen aller wichtigen Fördereinrichtungen. Die Betrachtung erstreckt sich auf die charakteristischen Eigenschaften der einzelnen Förderarten. Trotz der überaus reichen Entwicklung der Formen sind alle Systeme behandelt — mit Ausnahme der Eisenbahn für weite Entfernungen natürlich, die längst eine umfangreiche Sonderwirtschaft geworden ist. Das Eigenartige und durchaus Neuzeitliche des Aumundschen Lehrbuches ist das Betonen des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Schon im ersten Abschnitt über die allgemeine Anordnung und Verwendung der Fördereinrichtungen sind die allgemeinen Grundlagen für die Beurteilung des Wirkungsgrades und der Eignung hervorgehoben und die verschiedenen Systeme grundlegend verglichen. Im zweiten Abschnitt über Standbahnen — tierisch, motorisch und schwerkraftbewegt — und Schwebebahnen sind Kostenschaulinien beigegeben für Gesamtförderaufwand und Anteil des Arbeitsverbrauchs für Entfernungen bis 200 m. Für die im dritten Hauptabschnitt behandelten Dauerförderer sind entweder die Formeln des Leistungsverbrauchs oder dieselben Schaulinien wie im ersten Abschnitt gegeben oder endlich die Betriebskosten je Fördereinheit in Tafelform zusammengestellt. Auch für die Hubförderer des vierten Abschnitts ist dasselbe Prinzip für die massenfördernden Systeme, Löffelbagger, Kübel, Greifer, Hebemagnet) durchgeführt. Für die Winden, Flaschenzüge, Aufzüge sind derartige Betrachtungen generell natürlich nicht durchzuführen. Hier sind wenigstens Preisunterlagen und Grundlagen für Leistungsbeurteilung reichlich beigefügt. Sehr lehrreich sind die Zusammenstellungen der Gesamtförderkosten für 18 verschiedene Fördermittel für Entfernungen von 15 bis 5000 m und 2 bis 100 t/st jeweils für 1000 und 3000 jährliche Betriebsstunden, denen sich noch eine kurze zusammenfassende Kritik anschliefst.

Es ist dem Verfasser geglückt, schon im ersten Band durch günstige Wahl der Belegsbeispiele ein recht weitgehendes Bild der ungeheuren Mannigfaltigkeit unseres Förderwesens zu geben. Sogar von dem Zubehör der Gesamtanlagen wie Behälter, Verschlufseinrichtungen, Zuteil- und Wägevorrichtungen bringt bereits der erste Abschnitt eine grofse Auswahl. Ebenso werden hier die Eigenarten der Stromsysteme im Umrifs behandelt. Die Wahl, welche einzelnen Systeme für besondere Fälle jeweils in Frage kommen, ist durch die betonte Hervorhebung der Betriebskosten und die Zusammenstellung am Schlufs des Werkes ein Kinderspiel geworden, klar und sicher bildet sich das Urteil über die einzelnen Förderarten. „Der Aumund" wird jedenfalls in der ersten Reihe der Lehrbücher über Förderwesen und -Wirtschaft stehen. Die Ausstattung ist ganz vorzüglich, der Preis in Ansehung des Gebotenen recht mäfsig zu nennen.

Reichsbahnrat Wentzel.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Abb. 1.

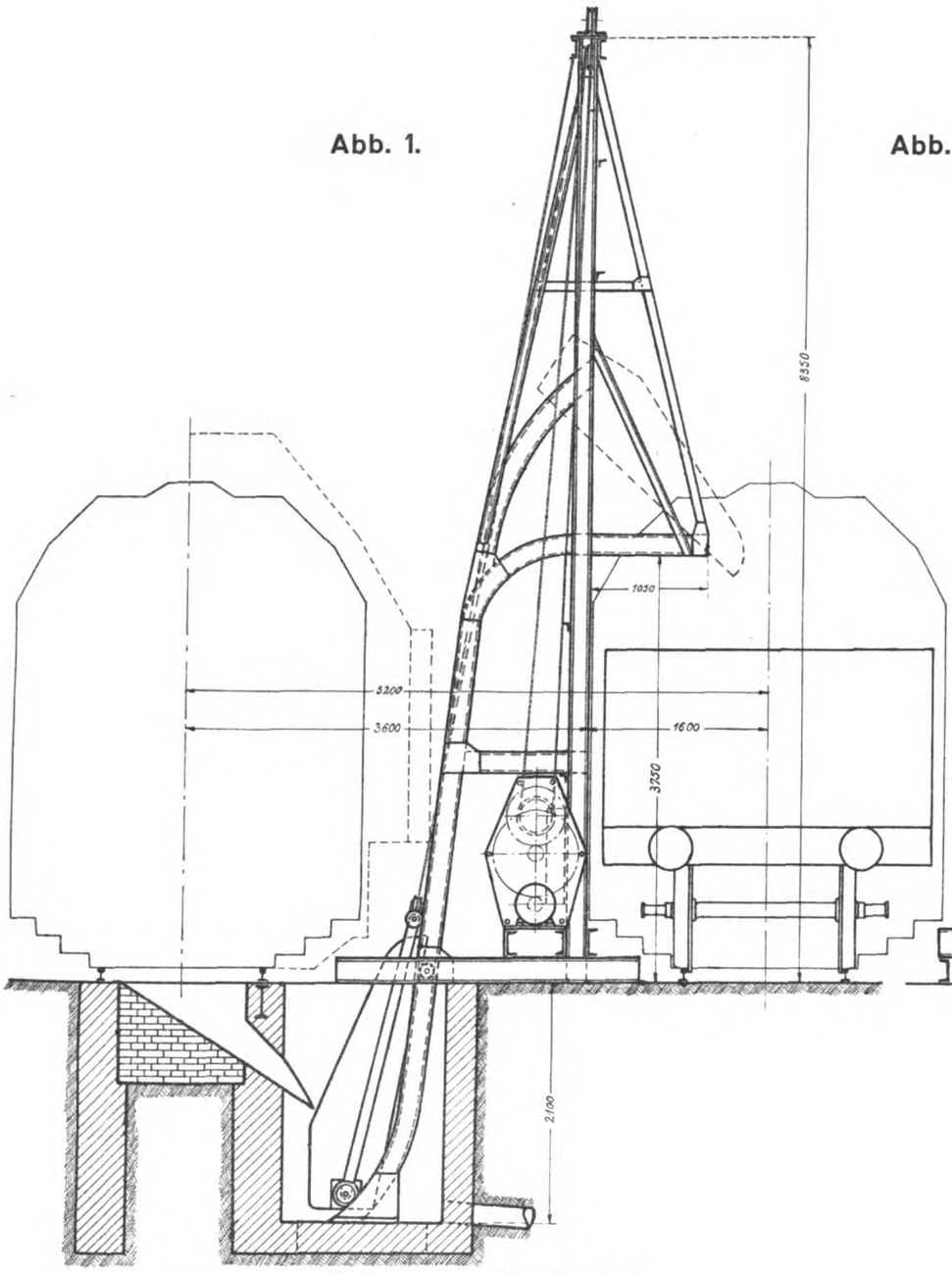
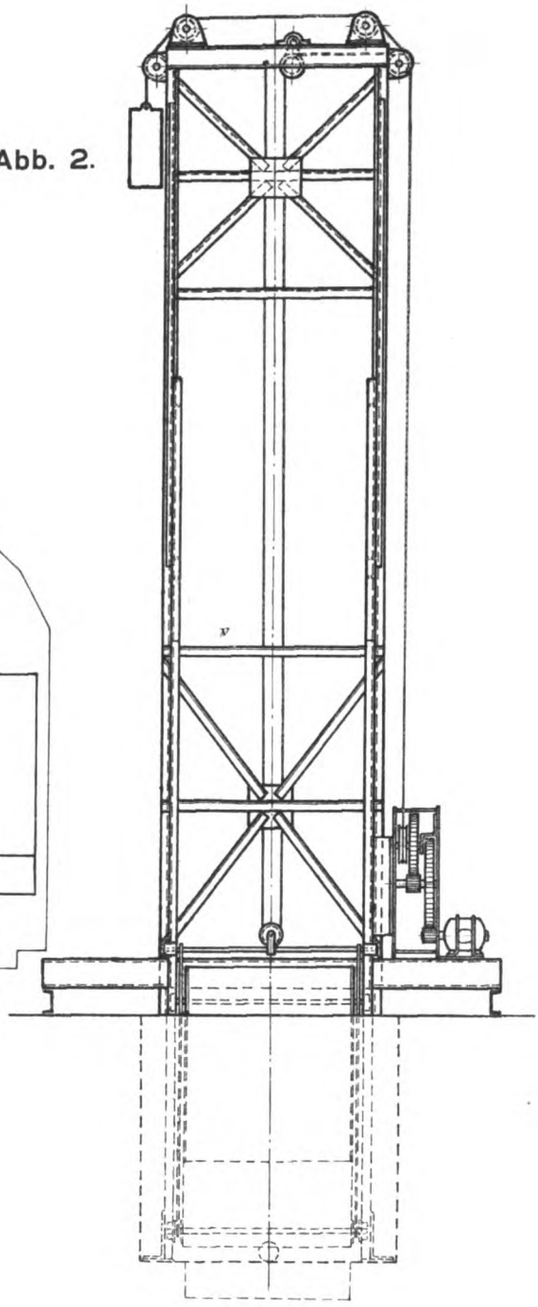


Abb. 2.



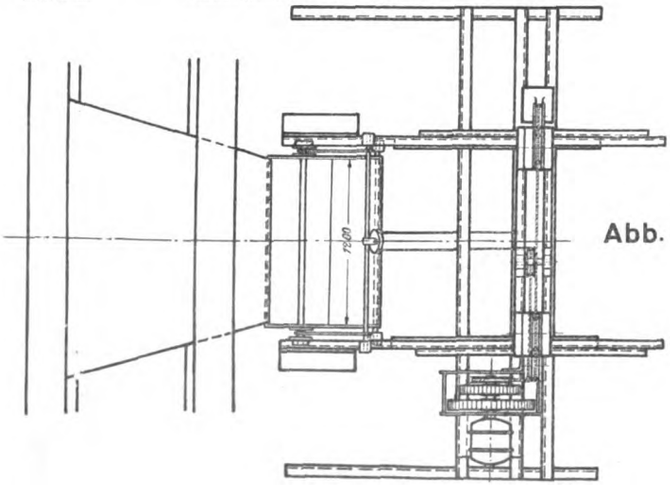


Abb. 3.

Zum Aufsatz: Schrägaufzüge für Schlackenverladung.

Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag. München.

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. Oktober 1926 Heft 20

Die Lokomotiv-Mefswagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Professor H. Nordmann, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts Berlin.

Hierzu Tafel 35.

Geschichtliche Vorbemerkungen.

Die Bestrebungen der Eisenbahnen, die Züge nicht nur mit Lokomotiven schlechthin zu befördern, sondern den Beförderungsvorgang auch nach seinen betrieblichen und wirtschaftlichen Eigenschaften zu erforschen, sind wenigstens in ihren Anfängen sehr alt. Auch von Mefseinrichtungen zur Untersuchung des Beförderungsvorganges und der Lokomotive hat man schon vor Jahrzehnten Gebrauch gemacht. So findet sich in dem Heusingerschen »Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik«, und zwar im Lokomotivbande mit dem Erscheinungsjahr 1875, ein alter zweiachsiger Dynamometerwagen geschildert und aufserdem die auf Bauschingers Anregung zurückgehende Anwendung des Indikators auch auf die Lokomotive an einigen Beispielen erläutert. Die älteren Messungen schreiten aber über die Indizierung und Messung der Zugkraft am Tenderzughaken nicht wesentlich hinaus. Eine lebhafte, auf kurze Zeit zusammengedrängte Weiterentwicklung der Untersuchungsmethoden ist lange Zeit nicht zu verzeichnen.

In Deutschland besafsen um die Jahrhundertwende einige Eisenbahndirektionen besondere Versuchswagen, so die Eisenbahndirektion Hannover einen solchen auf zwei Achsen. Um diese Zeit machte sich nun das Bedürfnis nach weiterer Ausgestaltung der Lokomotivuntersuchungen bei den preufsischen Staatsbahnen, ausgesprochen durch den Lokomotivausschufs, so lebhaft geltend, dafs der Minister der öffentlichen Arbeiten durch einen Erlafs vom 5. 2. 1901 die Königliche Eisenbahndirektion Berlin beauftragte, im Benehmen mit den auf diesem Gebiete sehr tätig gewesenen Eisenbahndirektionen Erfurt und Hannover den Entwurf eines Versuchswagens auszuarbeiten. Der daraufhin zustande gekommene Entwurf sah einen dreiachsigen Mefswagen vor, der allerdings noch weiteren Zwecken dienen, also auch zu Brems- und Oberbauuntersuchungen Verwendung finden sollte. Dieser erste Entwurf fand aber keinen Beifall. Er sah aufser dem Apparateraum in an sich durchaus richtiger Weise noch einen Beratungsraum und einen Schlafraum für auswärtige Übernachtungen der Beamten vor, ergab dadurch aber andererseits bei dem nur dreiachsigen, also nicht sehr langen Wagen eine zu enge Ausgestaltung des Apparateraums mit seinen mannigfachen Mefseinrichtungen. Durch einen weiteren Ministerialerlafs vom 14. 8. 1901 erhielt deshalb die Eisenbahndirektion Berlin die Weisung, unter Benutzung des von dem damaligen technischen Attaché in New-York vorgelegten Berichts über amerikanische Mefswagen, einen verbesserten Entwurf für einen fünfachsigen Wagen auszuarbeiten. Der dadurch schliefslich zustande gekommene Wagen ist der jetzige Lokomotiv-Mefswagen 1 — von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau 1905 ausschliefslich der Mefseinrichtungen erbaut — der ursprünglich noch neben der Untersuchung der Lokomotiven derjenigen des Oberbaus und der Möglichkeit der Bremsuntersuchung, für die inzwischen ein besonderer Wagen sonst schon eingerichtet war, diente. Der erhebliche Zeitraum zwischen der Inbetriebsetzung und dem Entwurfsauftrag erklärt sich durch die Neuartigkeit und die sorgfältigen Erwägungen, den Wagen mit den denkbar besten, zum Teil auch noch zu entwerfenden Versuchsapparaten auszurüsten. Die Begründung für die Wahl zweier verschiedener Drehgestelle, eines dreiachsigen und eines zweiachsigen, findet sich weiter unten.

Wenn es auch nicht der Zweck dieser Zeilen sein soll, eine ausführliche Geschichte der Mefswagen zu schreiben, so mögen doch zwei Punkte aus der weiteren Entwicklung noch erwähnt werden. Die Vereinigung von Lokomotiv- und Oberbauuntersuchung blieb zunächst dadurch möglich, dafs Oberbauuntersuchungen in grofsem Umfange nicht vorgenommen wurden, und es daher angängig war, die wenigen Versuche aus diesem Gebiete zwischen die Lokomotivuntersuchungen einzuschieben. Immerhin wurde die Einrichtung des Wagens für Oberbauzwecke noch durch den Einbau eines Siemensschen Kreisels ergänzt. Nachdem jetzt auch der Oberbau in erhöhtem Mafse mit allen erforderlichen Mitteln beobachtet werden soll, läfst sich die Beschaffung eines besonderen Oberbau-Mefswagens nicht länger umgehen, zumal die Verfügbarkeit des Lokomotiv-Mefswagens 1 für nicht der Lokomotivuntersuchung dienende Zwecke immer beschränkter geworden war. Zur Zeit sind die Mefseinrichtungen für die Oberbauuntersuchung bereits ausgebaut und der Bau des Oberbau-Mefswagens ist im Gange. Die letzte gröfsere Untersuchung aus dem Oberbaugebiet mit dem Wagen in seiner alten Gestalt war diejenige des Einflusses der

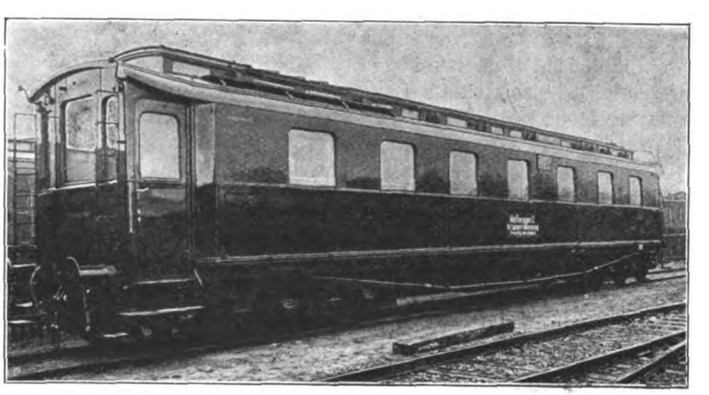


Abb. 1. Ansicht des Lokomotiv-Mefswagens 2.

Krümmungs-Leitschienen auf den Zugwiderstand und insofern allerdings gleichzeitig von Bedeutung für die Zugförderung.

Die zweite Tatsache, die aus der deutschen Mefswagengeschichte noch besondere Hervorhebung verdient, besteht darin, dafs der Umfang der Untersuchungen an Dampflokomotiven zu Beginn des laufenden Jahrzehntes dasjenige Mafs zu überschreiten begann, das mit einem, wenn auch sehr stark ausgenutzten Lokomotiv-Mefswagen zu bewältigen gewesen wäre. Es wurde daher ein aus dem ehemaligen kaiserlichen Hofzuge verfügbarer sechsachsiger Hofgefolgewagen von der Lokomotivversuchsabteilung des Eisenbahnausbesserungswerkes Grunewald zum zweiten Lokomotiv-Mefswagen (Textabb. 1 und Abb. 1, Taf. 35) umgebaut, bei dem die mit dem ersten Wagen gemachten Erfahrungen in weitestem Mafse benutzt werden konnten, so dafs seine Ausführung als ein sofort gelungener Wurf zu bezeichnen ist. Die Ausführung dieses zweiten Mefswagens hat sich als so zweckmäfsig erwiesen, dafs auch der ältere Mefswagen gelegentlich einer grofsen Ausbesserung und nach Herausnahme der Einrichtung für Oberbauuntersuchung

Digitized by Google

dem neueren Lokomotiv-Meſswagen 2 angepaſst worden ist. Auch der inzwischen noch eingerichtete Meſswagen für elektrische Lokomotiven, der in »Glasers Annalen« von Regierungsrat Kleinow beschrieben wurde, ist in Anlehnung an den neueren Lokomotiv-Meſswagen ausgestaltet. Der Aufgabenkreis der beiden (Dampf)-Lokomotiv-Meſswagen hat sich inzwischen durch die Prüfung von Diesellokomotiven und Verbrennungstriebwagen noch beträchtlich erweitert.

Nach diesen geschichtlichen Betrachtungen gehe ich nunmehr zur Schilderung der Verfahren zur Untersuchung der Lokomotiven über und lege dabei meist den neueren Meſswagen 2 zugrunde, der ebenso wie die übrigen Lokomotiv- und Brems-Meſswagen in Berlin-Grunewald beheimatet ist. Es ist selbstverständlich, daſs wegen ihrer organischen Unzertrennlichkeit auch diejenigen Messungen mitbehandelt werden, die gleichzeitig auf der Lokomotive erfolgen, zum Teil übrigens auf elektrischem Wege in den Meſswagen übertragen werden.

Die erforderlichen Messungen und ihre Ausführung im Meſswagen.

Als Ursprungsgröſsen der Messungen sind die Zugkraftarbeit und die Leistungen am Zughaken und an den Kolben der Lokomotive, andererseits der Verbrauch an Wasser und Brennstoff zu betrachten. Für die wissenschaftliche Auswertung der Versuche, gerade auch zur Untersuchung der Möglichkeit einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, müssen aber daneben alle jene Gröſsen beobachtet werden, die sozusagen als Komponenten einen Einfluſs auf die Wirtschaftlichkeit auszuüben vermögen, so z. B. Dampfspannung und Dampftemperatur, die angewandte Füllung und, als Wertbeispiele für die Wärmebilanz des Kessels, Rauchkammer- und Speisewassertemperaturen, daneben die Unterdrücke an den verschiedenen Stellen.

Messung der Zugkraft.

Die Meſswagen der Deutschen Reichsbahn und zwar sowohl die beiden Meſswagen für Dampflokomotiven als auch derjenige für elektrische Lokomotiven besitzen als Zugkraftmesser eine in die Zugstange des Wagens eingeschaltete Flüssigkeitsdruckmeſsdose von Schaeffer und Budenberg, Magdeburg (Textabb. 2). Das Wesen der Meſsdose besteht darin, daſs ein mit dem einen Zugstangenteil verbundener Stahlkolben, durch zwei Membranen nahezu widerstandslos geführt, gegen eine Messingmembran gedrückt wird, die das Gehäuse für den Flüssigkeitsdruck abschlieſst; dieses Gehäuse ist mit dem anderen Zugstangenteil verbunden. Die Druckflüssigkeit ist mit Rücksicht auf die niedrigen Temperaturen des Winters Glyzerin. Die Meſsdosen werden in Zeitabständen von einigen Monaten mit einer genaueren Meſsdose Wazau'scher Bauart nachgeprüft, die wieder durch die Versuchsanstalt in Berlin-Dahlem geeicht worden ist. Eine unmittelbare Gewichtseichnung der Wagenmeſsdose ist wenigstens für die groſsen Zugkräfte leider bisher nicht möglich, da diese bei dem älteren Wagen bis 22, bei dem neueren Wagen bis 35 t heraufgehen. Während bei der älteren, noch mehr behelfsmäſsigen Meſsdosenprüfung die (scheinbaren) Abweichungen bis zu einigen Prozenten heraufgingen und auch nicht so regelmäſsig lagen, daſs man etwa wie bei der Fadenberichtigung von Quecksilberthermometern empirische Berichtigungsformeln hätte aufstellen können, beweist die neue Prüfungsmethode, daſs die höchste Fehlergrenze bei 1 v. H. liegt und die Fehler im allgemeinen wesentlich geringer sind. In der Wasserdruckmeſsdose besitzen wir daher bei praktisch ausreichender Genauigkeit eine auſserordentlich gedrängte Meſseinrichtung, ohne Raumbedarf im Meſswageninnern, wie ihn Feder- und Ölkolbendruckmesser erfordern.

Die eigentliche Beobachtung der Zugkraft nach ihrer Umformung in den Flüssigkeitsdruck der Meſsdose geschieht mit zwei Manometern nach dem System der sogenannten Bourdon-Röhren. Das eine Monometer dient lediglich zu Ablesezwecken und ist gleich mit einer Teilung nach kg (statt at) auf dem Zifferblatt versehen. Die andere Manometerröhre ist horizontal gelagert und bewegt einen schreibenden Zeiger in Schneidenlagerung für die Übersetzung ins Groſse; der Zeiger schlägt also bogenförmig aus und schreibt mit einem zugespitzten, mit farbiger Tinte gefüllten Glasröhrchen. Das ganze Druckflüssigkeitssystem (Meſsdose, Leitungen, beide Manometer) ist mit einem gewissen Vordruck aufgefüllt, entsprechend einem Zugkraftwert von etwa 200 kg, um auf jeden Fall, auch bei Dehnung der Kupferrohre im Sommer eine vollständige Auffüllung mit dem Glyzerin zu gewährleisten. Da die zu messenden Zugkräfte, von wenigen Ausnahmen abgesehen, und jedenfalls bei allen Zugbeförderungsfahrten weit über diesem Wert liegen, so spielt die Vorspannung keine Rolle, da sie aus der Beobachtung herausfällt. Übrigens wird auch in dem Lokomotiv-Meſswagen der Schweizer Bundesbahnen die Zugkraft durch Flüssigkeitsdruck gemessen, und zwar unter Einschaltung einer Hebelübersetzung und Übertragung auf einen Preſsöl-Kolben, so daſs auch hier gewisse Fehlerquellen durch die Gelenkreibung des Hebels und die Kolbenreibung gegeben sind. Die Zugkraft-Meſseinrichtung des russischen Meſswagens (Professor

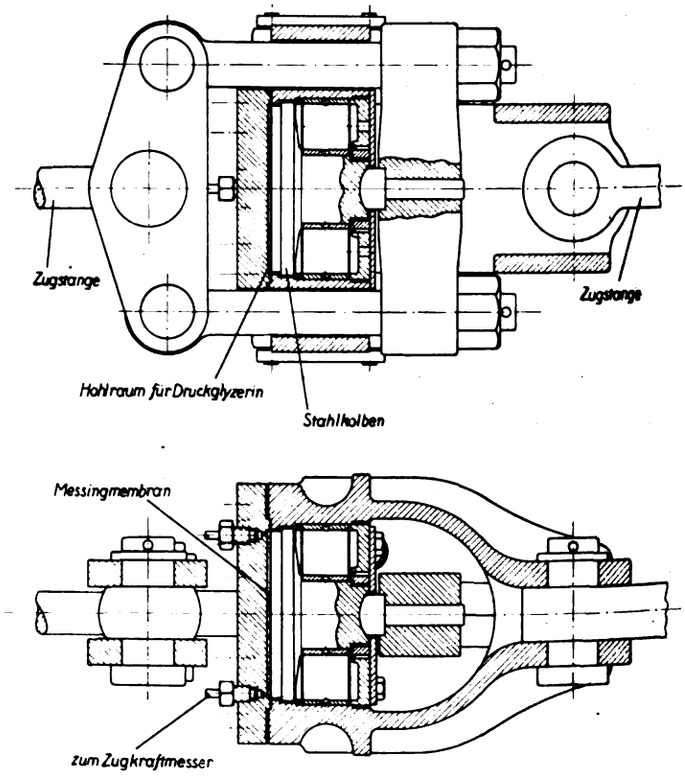


Abb. 2. Flüssigkeitsdruckmeſsdose.

Lomonossoff) stimmt mit der deutschen überein. Zur genaueren Messung kleiner Zugkräfte (leichte Diesellokomotiven, Lokomotivwiderstandsversuche) dient ein kleiner, ebenfalls auf dem Meſsdosenprinzip beruhender transportabler Zugkraftmesser, der zwischen Lokomotiv- und Meſswagenzughaken eingehängt wird.

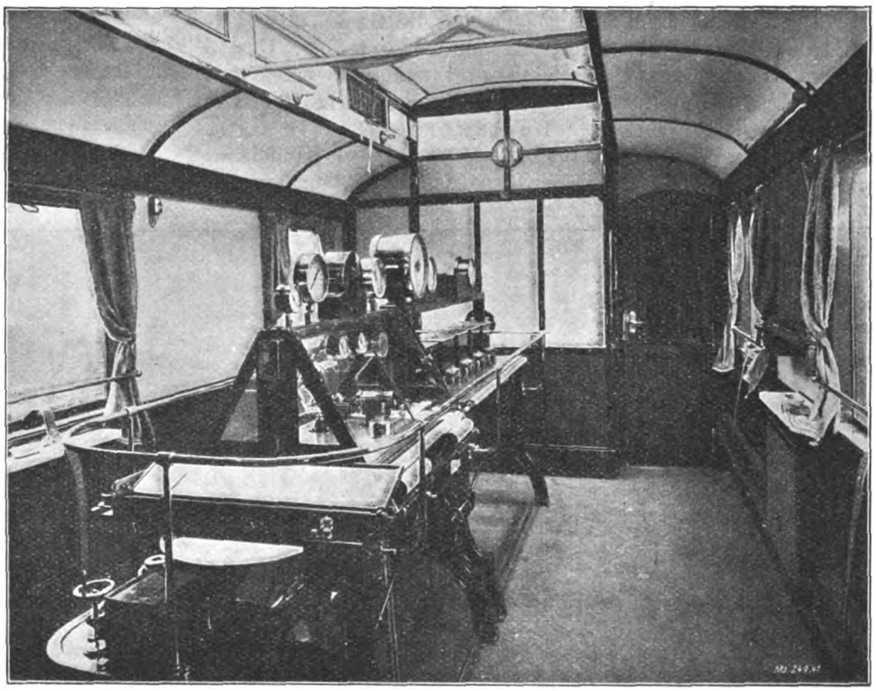
Messung der Arbeit am Zughaken.

Um aus der Zugkraft die Arbeit zu erhalten, muſs ihr Integral über dem Wege gebildet werden. Auf den Weg werden daher zweckmäſsig auch alle übrigen Beobachtungen bezogen. Der Vorschub des Aufzeichnungs-Papierstreifens (Meſsstreifens) auf dem Meſstisch erfolgt dementsprechend proportional dem Wege und zwar durch Walzenantrieb von der Meſstischwelle aus (Textabb. 3). Hier ist nun der Genauigkeitsgrad der deutschen Lokomotiv-Meſswagen ein unerreicht

Digitized by Google

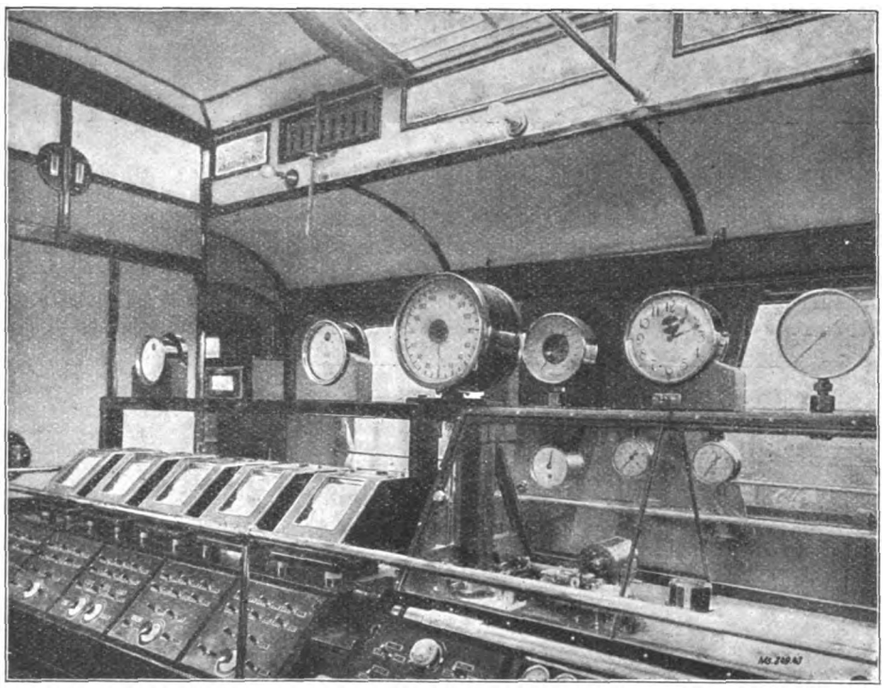
hoher; der Antrieb der Meſstischwelle (unter dem Fuſsboden) erfolgt nämlich von der Mittelachse eines dreiachsigen Drehgestells, deren Radreifen zylindrisch und ohne Spurkranz ausgeführt sind (Abb. 1, Taf. 35), und deren Abnutzung durch Vermeidung ihrer Abbremsung so klein wie möglich gehalten wird. (Aus diesem Grunde wurde schon der ältere Meſswagen 1 an dem Meſsabteilende mit einem dreiachsigen Drehgestell versehen, während an der anderen Seite ein zweiachsiges Drehgestell zum Tragen ausreichte. Der Meſswagen 2 hatte von Haus aus zwei dreiachsige Drehgestelle). Dabei sorgt noch ein veränderliches Rädergetriebe (Textabb. 3), das übrigens noch einen groſsen und kleinen Papiervorschub für die Wegeinheit ermöglicht, für die weitere Berichtigung, denn auch bei einer ungebremsten Achse ist auf die Dauer eine Abnutzung im Durchmesser unvermeidlich. Die Wegegenauigkeit kann daher als praktisch vollkommen angesehen werden. Auch zusätzliche Schwankungen in der Winkelgeschwindigkeit der Meſstischwelle sind dadurch vermieden oder jedenfalls kleiner gehalten als beim Antrieb von einem zweiachsigen Drehgestell*), daſs der Ausgangspunkt ihres Antriebes, die Achsmitte der Mittelachse des dreiachsigen Drehgestells, seitlich gar nicht gegen den Wagenkasten ausschwingt, aber auch dem Federspiel in geringerem Maſse unterliegen wird.

Es handelt sich nunmehr darum, für die Arbeit am Zughaken die Integration der Zugkraft über dem Wege zu vollziehen. Das Hindurchziehen des Zugkraftstreifens durch ein entsprechendes Planimeter wäre hier ein möglicher, aber umständlicher Weg, und unsere Meſswagen enthalten deshalb eine selbsttätige Einrichtung, die lediglich durch Multiplikation der Ablesung mit der Planimeterkonstanten eine sofortige Feststellung der geleisteten Arbeit gestattet. Dieses von Ott in Kempten (Bayern) gelieferte Planimeter wirkt so, daſs auf der proportional dem Weg sich drehenden Planimeterscheibe die durch die Zugkraft verstellte Planimeterrolle läuft, und zwar wird diese Verstellung bewirkt durch Anlenkung an die oben bereits erwähnte, aufschreibende Kraftröhrenfeder (Textabb. 4). Lieſse sich das Ideal dieser Integrationseinrichtung erreichen, daſs nämlich die Rolle bei der Zugkraft Null mit ihrer Berührungsstelle auf dem Mittelpunkt der rotierenden Scheibe stände und ihr geradlinig radialer Ausschlag genau proportional der Zugkraft wäre, so wäre der Fehler der gesamten Einrichtung lediglich jener äuſserst geringfügige, wie er aus der Reibung im Planimetermechanismus entspringen kann. Da jedoch aus baulichen Gründen die für den Idealfall als notwendig gekennzeichneten Bedingungen sich nicht völlig verwirklichen lassen, so ergibt nach einer sorgfältigen Studie des Lokomotiv-Versuchsamtes in Grunewald die Planimetereinrichtung des älteren Meſswagens nach ihrer Verbesserung Fehler von etwa 1 v. H. und den gleichen Betrag von vornherein bei dem neueren Meſswagen, bei dem die Er-



Ortsanzeiger
Teilscheibe
Räderkasten

Abb. 3. Meſsraum.



CO_2-Anzeiger Temperaturanzeiger CO-Anzeiger Geschwindigkeitsmesser Zugkraftmesser Uhr
5 Temperaturschreiber
Uhr für Fahrzeit unter Dampf Zugkraftschreiber
2 Bremsmanometer Schreibender Geschwindigkeitsmesser
Schalter für Temperaturschreiber

Abb. 4. Meſstisch von der Beobachterseite aus gesehen.

*) Lomonossoff, Lokomotivuntersuchungen in Rufsland, V. D. I. Verlag Berlin 1926 (Abb. 60).

Digitized by Google

fahrungen des älteren bereits hatten berücksichtigt werden können.

Geschwindigkeits-, Zeit- und Weganzeige.

Das Vorhandensein eines genau zeigenden Geschwindigkeitsmessers ist eine selbstverständliche Forderung. Unsere Meſswagen enthalten sogar deren zwei und zwar einen anzeigenden mit groſsem Zifferblatt und einen schreibenden, beide nach dem System der Deutawerke, Berlin S. O, mit stehender Welle (Textabb. 4 und 5). Dabei handelt es sich nicht um die marktgängige Type der Firma, sondern um besonders feine, eigens für den Meſswagen hergestellte Apparate. Während bei dem anzeigenden Messer die Zeigerwelle wagrecht liegt, ist bei dem schreibenden die Zeigerwelle senkrecht gehalten; sie trägt indes statt eines Zeigers eine wagrechte Schnurrolle dicht über der Tischfläche des ersten Meſstisches; jenseits des Schreibstreifens liegt eine gleiche Rolle, und der feine Faden um beide schleppt quer zum Papierstreifen einen kleinen Schlitten, der mit Rollenführung an einer kleinen Brücke über den Streifen gleitet und auch noch einen Zeiger für die lineare Skala trägt. Während also die Zugkraft im Bogenmaſs geschrieben wird, wird die Geschwindigkeit (mit einem kleinen Glasschreiber am Schlitten) geradlinig geschrieben und zwar ist die Lage so, daſs mit einem besonderen Maſsstab stets die zusammengehörigen Werte abgelesen werden können, wobei die kurze Maſsstabkante an die von einem weiteren Glasschreibstift geschriebene Nullinie (Abszissenachse) gelegt wird. Zur leichteren Erkennbarkeit wird die Geschwindigkeit rot geschrieben, die Zugkraft violett, die eindeutige Nullinie gleichfalls violett. Die Versetzung der beiden Kurven ist aus der Abbildung des Meſsstreifens ersichtlich (Textabb. 6).

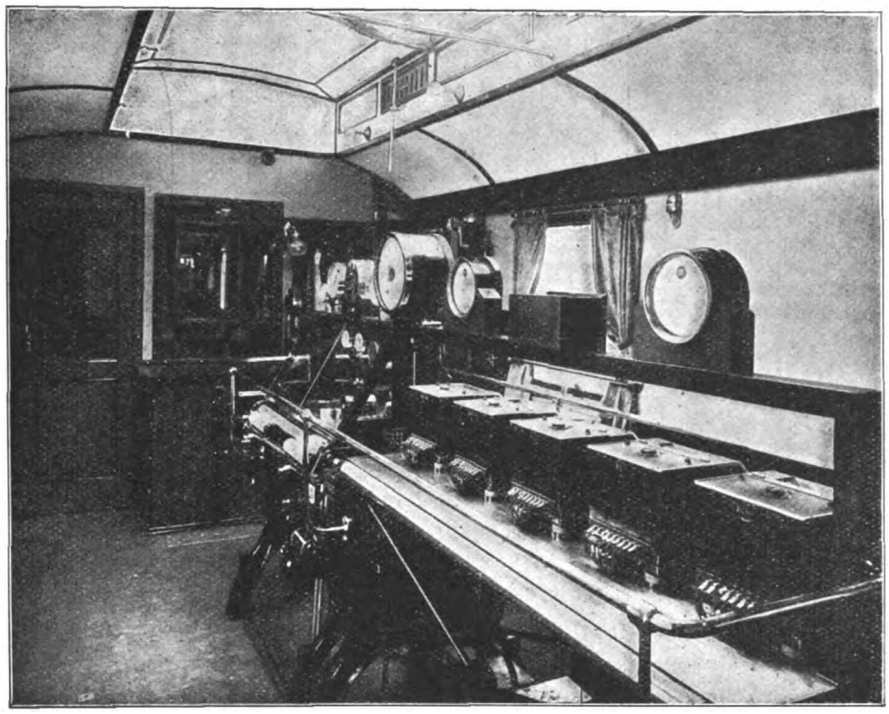


Abb. 5. Meſstisch von der Zuschauerseite aus gesehen.

Wenn auch die Bezugnahme auf den Weg wegen der leichten Ermittlung der Arbeit das gegebene ist, so darf doch die Erkennbarkeit der Zeit nicht unterbleiben. Es ist deshalb ein Zeitschreiber (Sekundenschreiber) derart vorgesehen, daſs der Schreibstifthalter den Anker eines kleinen Magneten trägt, der durch ein Kontaktuhrwerk jede Sekunde für einen Sekundenbruchteil Strom erhält und damit einen kleinen Ausschlag des Schreibstiftes bewirkt (quer zum Papier), der nach Erlöschen des Stroms durch eine Rückziehfeder wieder verschwindet. Damit die kleinen Zacken, welche dieser Sekundenschreiber (gegenüber der Nullinie) schreibt, nicht eine eintönige Reihe bilden, ist jeder zehnte Kontakt ausgelassen, so daſs hier je eine breitere Zacke gewissermaſsen als Cäsur auftritt. Bei schneller Fahrt stellen sich die Sekunden lang, bei langsamer kurz dar. Um auch willkürliche Zeitpunkte oder bestimmte Wegpunkte, an denen z. B. Diagramme aufgenommen worden sind, markieren zu können, kann in eine zweite Magnetwicklung durch einen besonderen Schalter willkürlich von Hand ein Stromstoſs mit Anziehung eines Ankers nach der entgegengesetzten Seite geschickt werden. Neben dieser Schreibeinrichtung liegt endlich noch der Kontaktschreiber für die Wasseruhr, die durch einen langgestreckten Doppelzacken die Einspeisung von je 50 l in den Kessel anzeigt. (Vergl. unten).

Um weiter regelmäſsige Beobachtungssignale gleichzeitig im Meſswagen und auf der Lokomotive je mit einer elektrischen Hupe geben zu können, sitzt auf dem Antriebsräderkasten eine wagrechte Teilscheibe, die nach je $^1/_2$ km um einen Zahn weiter geschoben wird. In entsprechende Löcher dieser Teilscheibe können kleine Metallstifte mit oberem Kopf gesteckt werden, die jenen akustischen Kontakt auslösen und also je nach der Besteckung der Löcher in bestimmten Wegabständen Signale geben. Das Vorbeistreifen am Kontakt dauert beschränkte Zeit, während deren gleichzeitig eine winzige Glühlampe aufleuchtet. Durch einen besonderen Schalter kann man übrigens auch die Hupen willkürlich zum

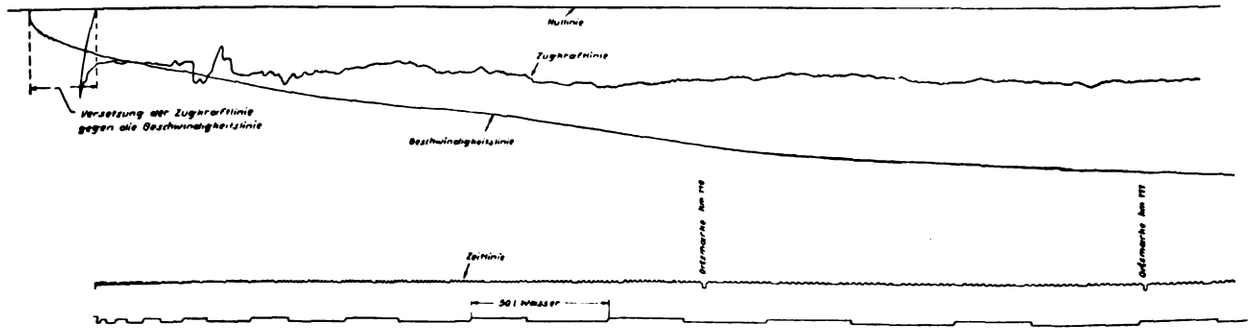


Abb. 6. Meſsstreifen.

Digitized by Google

Ertönen bringen; hiervon wurde z. B. Gebrauch gemacht, als bei den Versuchen auf sehr steilen Rampen (Zahnradbahnen) bei der langsamen Fahrt öfter als alle 500 m Ablesungen gemacht wurden.

Als letzte Einrichtung aus dem Wegzeitsystem ist endlich der Ortsanzeiger (Textabb. 3) zu nennen. Eine wagrechte Schraubenspindel mit sehr geringer Steigung wird mit Gallscher Kette vom Räderkasten aus langsam angetrieben. Sie ist quer vor dem Mefstisch gelagert und trägt auf ihrer Mutter einen Zeiger aus dünnem Hochkant-Stahlblech, der über dem Streckenprofil im kleinen Mafsstab entlang gleitet. Das Streckenprofil wird, soweit es nicht für häufiger befahrene Strecken schon vorhanden ist, vor der Fahrt sorgfältig aufgezeichnet, und der Zeiger läfst nun vor allem erkennen, ob und in welcher Steigung sich der Zug gerade befindet usw. Der Vergleich mit den Neigungszeigern oder den Bahnhöfen beweist, dafs die erwähnte grofse Genauigkeit in der Wegangabe sich auf diese, zudem sehr anschauliche Einrichtung überträgt.

Messung der Leistung.

Der effektiven Leistung am Zughaken ($N_e = Z_e \cdot V : 270$) ist die indizierte Leistung an den Kolben gegenüber zu stellen. Diese wird mit den bekannten Indikatoren ermittelt, die aufser über den mittleren Druck im Zylinder auch über die Güte der Dampfverteilung Aufschlufs geben. Die Indikatoren sind zwar, wie sich von selbst versteht, an den Zylindern auf der Lokomotive anzubringen, doch steht die Auswertung der Diagramme in so unmittelbarer Beziehung zu dem Zweck des Mefswagens, dafs eine kurze Behandlung der Indiziereinrichtung gleichwohl am Platze ist. Es bedarf aufserdem nur des Hinweises, dafs die indizierte Leistung der eigentliche Mafsstab für die thermische Güte der Lokomotivmaschine ist und in dem Verhältnis der effektiven Leistung zur gleichzeitigen indizierten Leistung auch der mechanische Gütegrad (einschliefslich des Luftwiderstandes, also der Gesamtwirkungsgrad) unmittelbar gegeben ist.

Die bei unseren Lokomotivversuchen angewandten Indikatoren sind Maihak-Indikatoren mit aufsen liegender Feder und elektrischer Betätigung sowohl für das Schreiben der Diagramme als auch für den Vorschub des Rollenpapiers, letzteres zu dem Zweck, dafs nach Aufnahme des Indikatordiagramms vor und hinter dem Kolben das nächste Diagrammpaar auf einer anderen Stelle des Rollenpapiers mit genügendem Zwischenraum, also sicher vor gegenseitigen Störungen geschrieben wird. Dabei ist die Schreibvorrichtung seit einigen Jahren durch Überstülpen einer Schutzglocke aus Aluminiumgufs gegen Regen geschützt, so dafs eine Beschädigung des Diagrammpapiers durch Aufweichen nicht mehr vorkommen kann. Die Indikatoren im einzelnen zu beschreiben, dürfte zu weit führen. Der Maihak-Indikator ist in Textabb. 7 wiedergegeben. Das Bemerkenswerte bei der Aufnahme der Dampfdiagramme ist, dafs es durch die elektrische Steuerung möglich geworden ist, alle Indikatoren vom Führerstand aus gleichzeitig zu betätigen. Nur die Umstellhähne werden mechanisch von einer behelfsmäfsig angebrachten vorderen Welle aus vermittelst einer Zugstange aus Gasrohr vom Führerstand aus betätigt (Abb. 3, Taf. 35); ihre fünf Stellungen: Diagramm vor dem Kolben (Ausblasen), Ruhestellung (Ausblasen), Diagramm hinter dem Kolben sind durch drei Rasten kenntlich gemacht. Der elektrische Strom wird von einer kleinen Batterie (Varta-Akkumulator) geliefert; die Indikatoren liegen in Parallelschaltung und werden so betätigt, dafs die Verlegung eines kleinen Kontakthebels aus der mittleren Nullstellung in der einen Richtung ein Ansprechen des Schreibhebelmagneten bewirkt, in der anderen Richtung die Klinke zum Papiertransport betätigt (Abb. 2, Taf. 35). Auf das Signal zur Aufnahme von Diagrammen, das gleichzeitig das Signal für die weiter unten behandelten Ablesungen auf dem Führerstand bildet, wird zunächst der Indikatorhahnzug in die Vorwärtsstellung (Diagramm vor dem Kolben) gelegt, dann der Strom für das Schreibzeug eingeschaltet und nach Umfahren des Diagrammes der Strom ausgeschaltet. Der Indikatorhahnzug wird dann über die drei Mittelstellungen in die Rückwärtslage (Diagramm hinter dem Kolben) gelegt, und nunmehr durch erneute Einschaltung des Stromes im gleichen Stromkreis das Diagramm hinter dem Kolben geschrieben. Alsdann wird der Indikatorhahnzug wieder auf Mitte gestellt, darauf der Strom im Trommelklinkenstromkreis eingeschaltet, wodurch das Papier soweit forttransportiert wird, dafs das neue Diagramm, wie bereits erwähnt, an anderer Stelle geschrieben wird. Die dazu nötige Zeit, genauer der dazu gehörige Weg, ist für den Indikatorbedienungsmann einfach an einer entsprechenden Hubzahl der in seiner Nähe befindlichen Schmierpumpe festzustellen, und zwar sind bei den meisten Lokomotiven bei der üblichen Öler-einstellung etwa 18 Hübe erforderlich, um den gewünschten Zweck vollauf zu erreichen.

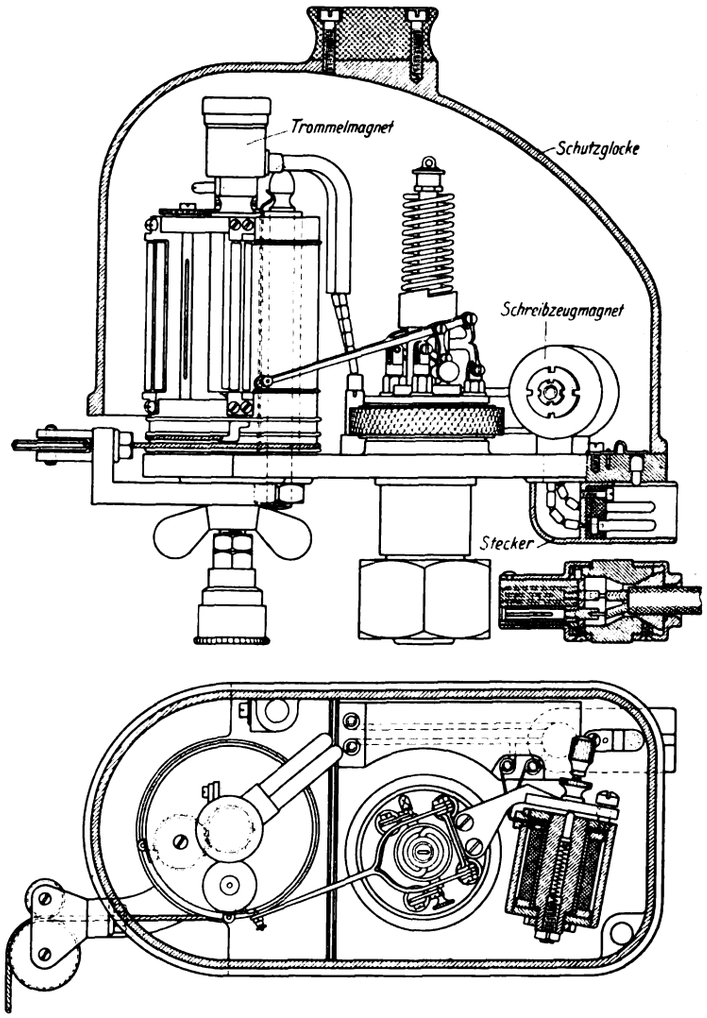


Abb. 7. Maihak-Indikator.

In einer Beziehung sind allerdings die Indikatordiagramme, die naturgemäfs in einer beschränkten Anzahl aufgenommen werden, nicht das richtige Gegenbild zu dem Planimeterergebnis im Mefswagen, insofern dieses nämlich nach Division mit der Zeit die Durchschnittsleistung auf der ganzen

Digitized by Google

Strecke darstellt, während die einzelne Diagrammgruppe nur den Maſsstab für den Augenblickswert der Leistung bildet. Um auch den Durchschnittswert der indizierten Leistung für eine längere Fahrt festzustellen, haben wir uns öfters des Böttcherschen Leistungszählers (Maihak) bedient, mit dem auch die Meſswagen ausgerüstet sind, und die auch eine elektrische Übertragung ihres Zählwerks nach dem Meſswagen gestatten. Der Böttchersche Leistungszähler ist schon in einer Beschreibung des älteren Meſswagens*) erwähnt. Sein Wesen besteht darin, daſs der Hub eines Indikatorkolbens durch einen Winkelhebel in wagrechte Richtung umgelenkt und auf eine kleine Rolle übertragen wird, die auf dem oberen Trommelboden läuft und hier gewissermaſsen ständig das jeweilige Indikatordiagramm unter gleichzeitiger Planimetrierung durch ein Zählwerk umfährt. Der Leistungszähler ist zweifellos eine sinnreiche Einrichtung, die jedoch bei ihrer zierlichen Ausführung scheinbar nach längerer Benutzung Anlaſs zu Fehlern geben kann.

Sonst kann man zu der indizierten Durchschnittsleistung mit guter Annäherung auch so gelangen, daſs man die Durchschnittsleistung am Zughaken mit dem zugehörigen Gesamtwirkungsgrad dividiert. Mindestens geht das für alle gröſseren Leistungen, wo die Kurve des Wirkungsgrades sehr flach verläuft. Die Wirkungsgradkurve wird so ermittelt, daſs man öfters an Stellen gleichbleibender Geschwindigkeit (erkennbar an dem Verlauf der Geschwindigkeitslinie parallel mit der Abszissenachse) also in einem, wenn auch u. U., nur kurzen Beharrungszustand dem Indikatordiagramm die Augenblickswerte von Zugkraft und Geschwindigkeit, die ja zusammen die effektive Zughakenleistung bilden, aus dem Zugkraftstreifen zuordnet. Der Quotient $N_e : N_i$ bildet den Wirkungsgrad, der als Funktion der effektiven Lokomotivleistung aufgetragen wird. Zur Ausschaltung der wechselnden Steigung wird dabei die Zughakenleistung stets auf die Horizontale bezogen; falls also der Z_e-Wert des Meſsstreifens, wie meist, einer Steigung angehört, wird zu dem gemessenen Z_e die Steigungsleistung für die Lokomotive zugezählt. Das von uns (Versuchsdezernat und Lokomotiv-Versuchsamt) ausgearbeitete Verfahren liefert bei geringer Punktstreuung sehr zuverlässig liegende Kurven.

Verbrauchsmessung.

Nachdem so die geleistete Arbeit (bzw. die Leistung) ermittelt worden ist, handelt es sich nunmehr darum, die Aufwendung dafür in Dampf und Brennstoff festzustellen. Für Fahrten von mäſsiger zeitlicher bzw. räumlicher Ausdehnung ist dabei die Feststellung des Dampf- bzw. damit nahezu identischen Wasserverbrauchs die wichtigere Aufgabe. Diese gröſsere Wichtigkeit folgt vor allem aus der gröſseren Genauigkeit, mit der sie durchführbar ist. Es handelt sich nämlich immer darum, zu Beginn und am Ende eines Meſsabschnittes denselben Wasserstand im Kessel und die gleiche Kohlenschicht auf dem Rost zu haben. Da der Idealfall mit dauernd genau gleich hohem Wasserstand und entsprechender Kohlenlage nicht oder höchstens zufällig zu verwirklichen ist, so läſst der Versuchslokomotivführer beides etwas unter den Anfangsstand sinken und ergänzt durch Nachspeisen und Nachfeuern auf der Endstelle auf den am Wasserstand markierten, bzw. an den Stehbolzen gemerkten Anfangsstand. Ginge man nicht so vor, so wäre die Leistung keine reine Beharrungsleistung, sondern eine solche unter, wenn auch geringer, Benutzung der Kesselreserve. Übrigens ist auch deshalb die Wassermessung der genauere oder wenigstens schneller genau erhältliche Verbrauchsmaſsstab, weil das Wasser ein physikalisch konstanter Körper ist, während der erst zu bestimmende Heizwert der Kohle starken Schwankungen unterliegen kann.

*) Hammer, Neuerungen an Lokomotiven der preuſsisch-hessischen Staatsbahnen, Berlin, F. C. Glaser 1916, S. 4 u. 5.

Die Kohlenschichthöhe kann nur an Hand der Stehbolzenteilung festgestellt werden; sie bildet daher bei groſsen Rostflächen und kürzeren Fahrten eine nennenswerte Fehlerquelle von mehreren Hundertteilen*), wenn man auch die durch die Feuertür aufgegebene Kohlenmenge durch vorheriges Abwiegen oder Messen an sich ziemlich genau bestimmen kann. Weiterhin wird der mögliche Fehler der Brennstoffmessung noch dadurch vergröſsert, daſs Unterschiede im Wärmezustand der ganzen Kohlenschicht auf dem Rost zu Beginn und am Ende der Meſsstrecke durch das verschiedene Ausgebranntsein der Kohle vorliegen können. Diese Fehler nehmen prozentual mit der Länge der Versuchszeit ab, so daſs genauere Kohlenverbrauchsmessungen längere Versuchsfahrten erfordern. Ein ortsfester Prüfstand würde sich darin nicht anders verhalten. Die Ölverbrauchsmessungen bei Diesellokomotiven sind einfacher und nicht so sehr an lange Versuchsdauer gebunden, weil man bei eingeteilten Ölstandsgefäſsen den Verbrauch recht genau ablesen kann.

Die Wassermessung geschieht entweder durch Wasserstandsmessung in dem vorher geeichten Tender mittels der Meſslatte auf einem als wagrecht bekannten Bahnhofgleisstück oder durch Ablesung eines in die Druckleitung eingeschalteten Scheibenwassermessers von Siemens & Halske oder Bopp & Reuther oder auch gleichzeitig auf beide Arten. Die Lattenmessung ist, wenn der Tenderwasserboden wirklich zu Anfang und Ende der Meſsstrecke genau wagrecht steht, nachdem das Eichen des Tenders und Einteilen der Meſslatte unter der gleichen Bedingung vorgenommen war, eine recht genaue, da, selbst wenn die Meſslatte nicht genau senkrecht eingetaucht wird, eine kleine Abweichung vom Lot einen Cosinuswert ergibt, der praktisch genau gleich Eins ist. Die neuerdings eingeführte Wasseruhr befreit von der Gebundenheit der Wassermessung an bestimmte wagrechte Stellen; sie hat weiter den Vorzug, daſs sich ihre Umdrehungszahl auf elektrischem Wege (in Mengen von 50 Litern) auf den Meſsstreifen im Meſswagen übertragen läſst und somit der Verbrauch auch hier erkennbar wird. Von dieser Möglichkeit ist bei unseren Meſswagen Gebrauch gemacht. Allerdings weisen dafür die Wassermesser selbst eine Fehlermöglichkeit auf, die nach dem bekannten Gramberg schen Werke über »Technische Messungen« bis zu 2 v. H. angenommen werden kann**).

Endlich ist im Zusammenhang mit der Arbeits- und Leistungsmessung noch die Unterteilung von Weg und Zeit in solche unter Dampf und ohne Dampf zu erwähnen. Das Geöffnetsein des Reglers wird zu diesem Behuf im Meſswagen durch das Leuchten einer kleinen Glühlampe kenntlich gemacht, deren Kontakt am Reglerhebel der Lokomotive angebracht ist. In dieser Kontaktleitung läſst sich eine Uhr so verwenden, daſs die Arbeitszeit und der Weg unter Dampf gegenüber der Gesamtfahrzeit erkenntlich wird. Hiernach läſst sich von der Gesamtzeit und Durchschnittsleistung auf der gesamten Strecke, wie sie früher allein festgestellt wurde, noch unterscheiden Zeit und Durchschnittsleistung unter Dampf. Beide Werte können, namentlich wenn längere Gefälle in der Strecke vorkommen, wesentlich von einander verschieden sein, und es kann so einer Unterschätzung der Lokomotivleistung vorgebeugt werden; eine Gefahr, die indes nicht allzu groſs ist, weil bei ja voller Anstrengung der Lokomotive die genommenen Dampfdiagramme die erreichbare Leistung erkennen lassen. Um die Zughakenarbeit möglichst fehlerfrei festzustellen, muſs noch die Vorsicht gebraucht werden, daſs das Zählwerk des Meſstischplanimeters beim Schlieſsen des Reglers, also Erlöschen der Lampe, abgeschaltet wird, damit nicht die oben behandelte Vorspannung Einfluſs gewinnt und

*) Nordmann, Wärmeschutz bei Dampflokomotiven, V. D. I. 1926, S. 733.

**) A. a. O. 5. Aufl. 1923, Abb. 135, S. 208.

Digitized by Google

eine von der Lokomotive tatsächlich gar nicht geleistete Arbeit entsprechend dieser kleinen Zugkraft mitgemessen wird.

Temperaturmessung.

Von wesentlicher Bedeutung für die Untersuchung von Dampf- und Diesellokomotiven ist die Beobachtung einer gröfseren Anzahl von Temperaturen. Die Messung der Temperaturen kann naturgemäfs nur an den betreffenden Stellen der Lokomotive selbst erfolgen; gleichwohl ist ihre Messung nicht nur systematisch, sondern auch deshalb beim Versuchswagen mit zu behandeln, weil die Beobachtung und Registrierung in seinem Innern erfolgt.

Bei Dampflokomotiven handelt es sich dabei zunächst vornehmlich um die Temperatur des Heifsdampfes, die bei den wissenschaftlichen Versuchen mit gröfserer Genauigkeit festzustellen ist als sie die üblichen Pyrometer des Betriebes besitzen. Bei unseren deutschen Versuchen wird im Gegensatz zu den amerikanischen*) nicht nur die Dampftemperatur im Überhitzersammelkasten, sondern auch diejenige im Schieberkasten festgestellt. Der Temperatur des in die Maschine eintretenden Dampfes ist zur Feststellung des nutzbaren Wärmegefälles die Auspufftemperatur gegenüber zu stellen. Weiterhin müssen für die thermische Beurteilung der Lokomotive die Speisewassertemperaturen festgestellt werden. Für die Messung der Wassertemperatur im Tender genügt ein gewöhnliches Thermometer. Die schnelleren Schwankungen unterliegende Temperatur des vorgewärmten Speisewassers wird dagegen durch gleichartige Thermometer gemessen wie die Dampftemperaturen.

Dienen die bisher genannten Temperaturen zur Beurteilung der Dampfseite der Lokomotive, so ist weiterhin die Rauchkammertemperatur als Beweis dafür festzustellen, dafs der Kesselwirkungsgrad nicht durch zu hohe Temperatur der Auspuffgase beeinträchtigt wird. Die Rauchgastemperaturen werden nicht nur an einer Stelle in der Rauchkammer gemessen, sondern wenigstens an zwei Stellen, nämlich vor der Rauchkammerrohrwand und unter dem Schornstein. Es ist nicht schwierig, im Bedarfsfalle auch die Temperatur an weiteren Stellen zu ermitteln. Dies könnte etwa in Frage kommen, wenn man einen ungleichmäfsigen Durchzug der Heizgase durch das Rohrsystem vermutet.

Alle die genannten Thermometer sind Platinwiderstandsthermometer von Heräus in Hanau am Main; sie haben sich für die in Rede stehenden Temperaturen (durchweg unter 500° C) ausgezeichnet bewährt. Die Ablesung und Aufzeichnung der Temperaturen im Mefswagen geschieht nach dem System der Wheatstoneschen Brücke. Die Apparate sind von Siemens & Halske in Berlin-Siemensstadt, geliefert und zwar sind, wie die Textabb. 4 und 5 zeigen, zunächst fünf Dreifarbenschreiber für je drei Mefsstellen aufgestellt, die also 15 Temperaturen bei 10 Sek. Phase in Abständen von 30 Sekunden registrieren. Die Apparate sind mit dem Schaltkasten auf dem zweiten Mefstisch angeordnet, dessen oberer Rahmen noch das Ableseinstrument und die Zeiger für den Kohlensäure- und Kohlenoxydgehalt der Rauchgase trägt, die zum Siemensschen Rauchgasprüfer gehören.

Durch geeignete Umschalter ist dafür gesorgt, dafs jede an die Temperaturschreiber angeschlossene Leitung auf das erwähnte Ableseinstrument jederzeit geschaltet werden kann, so dafs man auch in jedem Augenblick in der Lage ist, eine Kontrolle bzw. eine schnellere Ablesung zu haben. Damit die elektrischen Widerstände unverändert bleiben und also eine Umregulierung der Temperaturzeiger im Mefswagen unter keinen Umständen erforderlich wird, sind die folgenden beiden Mafsnahmen getroffen: einmal wird stets dasselbe transportable Kabel von der Lokomotive zum Mefswagen benutzt. Dieses Kabel mufs naturgemäfs von ausreichender Länge für die längste Lokomotive mit Tender sein, da die Mefsstellen überwiegend in und neben der Rauchkammer liegen; für kürzere Lokomotiven wird es dann in entsprechenden Wellen oder Rollen aufgehängt. Um zweitens den Lokomotiv-Mefswagen in beiden Fahrtrichtungen benutzen zu können, war es erforderlich, den Verteilungspunkt der in Rede stehenden elektrischen Leitungen in die Wagenmitte zu legen. Von den beiden Kabelanschlufsdosen an den beiden Stirnenden des Wagens, die also den Stecker der transportablen Lokomotivleitung aufnehmen, führen deshalb die Leitungen unter Holzleisten verdeckt bis in die Mitte des Mefswagens und erst von hier aus zum Mefstisch.

Angesichts der Notwendigkeit, in kurzer Zeit eine Reihe von Temperaturen aufzeichnen und ablesen zu müssen, kommt für die Messung der Widerstandsänderung des Stromes im Platinthermometer nur die Ausschlagmethode der Brückenschaltung in Betracht*). Bei dieser hängt der Ausschlag des (hier gleich nach Grad Celsius geteilten) Galvanometers nicht nur von der Temperatur des Widerstandes, sondern auch von der Spannung der Mefsbatterie ab. Die Mefsbatterie (4 V) wird aus einer entsprechenden Spannungsstufe der Lichtbatterie geladen; zum Ausgleich kleiner Spannungsschwankungen dienen regelbare Vorschaltwiderstände vor den Temperaturschreibern und ein Prüf-Normalwiderstand = 250°, der öfter zur Kontrolle eingeschaltet wird und dann 250° Anzeige bewirken mufs.

Von dem sinnreichen Siemensschen Mehrfarbenschreiber gibt die Textabb. 8 eine Vorstellung**), D ist die Galvanometer-

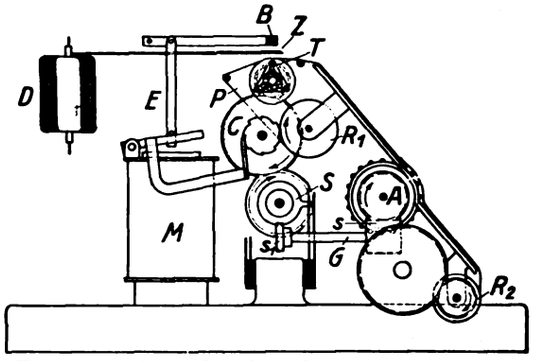


Abb. 8. Einrichtung des Mehrfarbenschreibers von Siemens & Halske. An Stelle des Uhrwerks wird ein von einer Hauptuhr gesteuerter Elektromagnet M verwendet, der den Fallbügel B betätigt, den Mefsstellenumschalter S antreibt und auch den Papiertransport ausführt. Die Farbbänder liegen nebeneinander auf dem Prisma T, das nach jeder Richtung um 120 Winkelgrade gedreht wird.

spule mit dem etwas federnden Zeiger Z, der durch den Fallbügel B, der durch den Elektromagneten M gesteuert wird, alle zehn Sekunden niedergedrückt wird und auf den scharfen Prismenkanten mit Hilfe der Farbbänder jeweils einen Punkt auf dem Registrierpapier erzeugt. Bei den marktgängigen Instrumenten findet der Vorschub des Registrierpapieres (Temperaturmefsstreifen) proportional der Zeit durch eine Hauptuhr statt; beim Lokomotiv-Mefswagen ist Vorsorge getroffen, dafs die Temperaturmefsstreifen auch proportional dem Wege in gleicher Weise wie der Zugkraftstreifen vorrücken.

Es wäre noch zu bemerken, dafs die Anbringung der empfindlichen Widerstandsthermometer (durch Anbohrung der Wandungen) mit der gehörigen Sorgfalt vorgenommen werden mufs. Vor allem müssen die eigentlichen Mefsstellen der Widerstandsthermometer durchweg von den auf ihre Temperatur zu

*) Nordmann, Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven, Z. V. D. I. 1924, S. 172, Organ 1924, S. 304.

*) Dr. Ing. Keinath, Elektrische Temperatur-Mefsgeräte, München und Berlin 1923, S. 86.

**) A. a. O. S. 202.

Digitized by Google

prüfenden Dämpfen oder Gasen umspült sein, und sie dürfen nicht mit anders temperierten Wandungen in Berührung kommen. So waren anfängliche offensichtliche Fehler bei den Temperaturen des Heifsdampfes im Sammelkasten nur dadurch zu erklären, dafs das betreffende Thermometer so tief in die Sammelkammer hineingesteckt war, dafs es die kühleren Grenzwandungen nach der Nafsdampfkammer berührte.

Druckmessung.

Zu der Beobachtung der Temperaturen gesellt sich weiterhin die Beobachtung der Drücke; diese erfolgt auf der Lokomotive selbst ohne Übertragung in den Mefswagen, aber allerdings auf die vom Mefswagen aus gegebenen Signale. Beobachtet werden der Kesseldruck, der Schieberkastendruck und bei Verbundlokomotiven der Verbinderdruck, wozu die gewöhnlichen Manometer nach Vergleich mit dem Prüfmanometer genügend genau sind, weiterhin der Blasrohrdruck, der unter Umständen bei unseren weiten Blasrohren recht tief liegt und deshalb stets mit einem grofsen und genauer geteilten Manometer für niedrige Drücke beobachtet wird. Weiterhin werden die Unterdrücke in der Rauchkammer, in der Feuerbüchse und im Aschkasten gemessen. Diese Drücke werden einfach in Millimeter Wassersäule mit U-förmig gebogenen Glasröhren festgestellt. Die U-Rohre sind auf einem Brett vereinigt, das neben dem Reglerhebel an der Stehkesselrückwand aufgehängt ist und also gut im Gesichtskreis des neben dem Lokomotivführer stehenden Beobachters liegt. Dieser notiert für jeden Beobachtungspunkt auch die Steuerungslage, also die Füllung im Dampfzylinder. Aus diesen Einzelablesungen werden nach Zusammenstellung 1 die Mittelwerte

Zusammenstellung 1.

Muster für die Aufschreibungen bei den Lokomotivversuchen.*)

Versuchsfahrten mit der 2 C 1 - h 2 - Sz-Einh.-Lokomotive Nr. 01001; Gattung S 36.20; Versuchseinrichtung: Allgemeine Erprobung.
Seite 1, Zug Nr. 4412 am 10. VI. Wetter: Regen. Barometerstand: 738 mm. Lufttemperatur: 17° C. Wasser im Tender: 16° C.
Zuglast ab . . . , 70 Achsen 723 t; ab . . . . Achsen; Zustand der Schienen: nafs.

Diagramm Nr.	Ort	Geschwindigkeit	Zugkraft am Tenderzughaken	Nutzleistung	Füllung	Dampfdruck im Kessel	Dampfdruck im Schieberkasten	Dampfdruck im Verbinder	Dampfdruck im Blasrohr	Unterdruck Rauchkammer	Unterdruck Feuerbüchse	Unterdruck Aschkasten	Unterdruck Schornstein unten	Temperaturen °C Rauchkammer Mitte	Temperaturen °C Rauchkammer hinten	Temperaturen °C Rauchkammer vor den Heizrohren	Temperaturen °C Heifsdampfkammer	Temperaturen °C Schieberkasten	Temperaturen °C Verbinder	Temperaturen °C Ausströmung	Speisewasser Vorwärmer Eintritt	Speisewasser Vorwärmer Austritt	CO_2 am S. u. H. Apparat	CO am S. u. H. Apparat	Ort	Zeit	Fahrzeit gesamte	Fahrzeit unter Dampf	Planimeterstand (const.) 0,475 100 mm²	Stand der Leistungszähler
	km	km/h	kg	PS_e	%	at	at	at	at	mm	mm	mm	mm										%	%			Min.	Min.		km
—	115	70	6000	1557	32	15,6	15,0	—	0,10	90	40	0	120	340	378	328	388	384	—	128	20	90	13,6	0,3	Erf ab	7 29			7225,40	Weg unter Dampf
—	117,5	73	5800	1569	30	15,6	15,0	—	0,10	90	48	0	125	342	375	323	392	388	—	130	22	90	12,5	2,3			0	0		
—	120	70	6000	1557	30	16,0	15,3	—	0,08	90	40	0	120	345	376	324	392	390	—	134	20	92	10	3,0						
—	122,5	72	5800	1547	30	16,0	15,4	—	0,10	90	40	0	110	352	375	326	396	394	—	138	20	83	12,5	2,3						
—	125	70	5600	1452	28	16,0	15,4	—	0,09	80	38	0	100	352	380	328	400	398	—	138	18	80	11,8	3,3						
—	127,5	74	4800	1316	25	15,8	15,2	—	0,07	60	28	0	85	348	383	326	406	403	—	138	18	72	16	0,2					800,00	
—	130	76	3800	1070	18	16,0	15,6	—	0,05	40	20	0	55	336	370	325	398	396	—	132	20	70	16,2	0,5						
—	132,5	74	3400	931	18	16,0	15,5	—	0,05	35	18	0	55	325	355	302	390	388	—	126	20	65	16,2	0,1						
—	135	64	5000	1186	22	16,0	15,6	—	0,06	50	22	0	80	320	355	302	386	384	—	126	20	68	16,0	0,6			33	31		
			Mittel		26	15,9	15,4	—	0,07	69	33	0	94	340	372	319	394	392	—	132	20	79	—	—	Lk an	8 02			8025,40	31,5

Zusammenstellung der Leistungen und des Stoffverbrauchs.

Verdampfungsheizfläche 238 m². Rostfläche 4,5 m².

Datum	Beförderter Zug Nr.	Achsenzahl	Gesamtgewicht	Strecke von	Strecke bis	Fahrweg gesamt	Fahrweg unter Dampf	Fahrzeit gesamt	Fahrzeit unter Dampf	Mittlere Geschwindigkeit ganze Strecke	Mittlere Geschwindigkeit Dampfstrecke	Stoffverbrauch in kg Wasser im ganzen	Wasser je 1 m² Heizfl. u. Std.	Wasser auf 1 PS_e-h	Wasser auf 1 PS_i-h	Kohlen im ganzen	Kohlen je 1 m² Rostfl. u. Std.	Kohlen auf 1 PS_e-h	Kohlen auf 1 PS_i-h	Verdampfungsziffer	Dampfentwicklung	Inhalt des Zugkraftdiagramms const. 0,475 mm²	Mittlere Leistung am Zughaken bezogen auf Gesamtfahrzeit PS_e	Mittlere Leistung am Zughaken bezogen auf Dampffahrzeit PS_e	Verfeuerter Brennstoff (Probe Nr.)	Rauchgasanalyse (Orsat) CO_2	CO	O_2	H_2	Luftüberschufszahl	Feuerungsrückstände Rauchkammerlösche	Asche	Schlacke	Zusammen
			t	von	bis	km	km	Min.	Min.	km/h	km/h		je 1 m² Heizfl. u. Std.				je 1 m² Rostfl. u. Std.														kg	kg	kg	kg
10. VI. 1926	4412	70	723	Erf	Lk	33	31,5	33	31	60	61	5900	45	9,32	—	750	304	1,19	—	7,9	2	80000	1150	1225	Westf. St. Zeche Schlägel u. Eisen	13,8	0,4	5,4	0,3	1,34	—	—	—	—

*) Das vollständige Protokoll enthält noch einige, wenn auch bisher nur selten benutzte Spalten mehr.

Digitized by Google

gebildet; die Verbrauchszahlen treten nur einmal, oder jedenfalls nur für wenige gröfsere Streckenabschnitte auf. Diese endgültige Zahlengruppe für eine Fahrt erscheint dann in Zusammenstellung 2 als eine wagrechte Zeile.

Rauchgasuntersuchung.

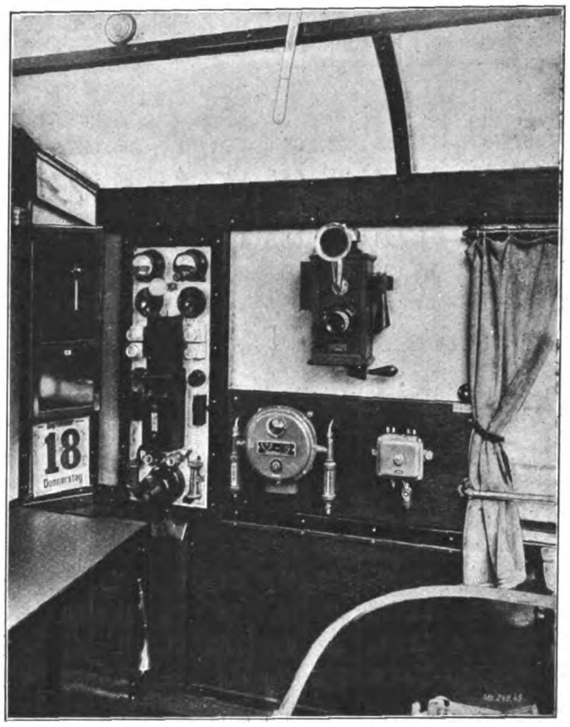
Zur Untersuchung des Verbrennungsvorganges sind die beiden Lokomotiv-Mefswagen mit Einrichtungen zur Rauchgasprüfung versehen, die also den Kohlensäuregehalt, den Luftüberschufs, sowie das etwaige Vorhandensein von Kohlenoxyd feststellen sollen und die unter anderm bei der Ermittlung des Einflusses der Feuerschichthöhe auf die Güte der Verbrennung gute Dienste geleistet haben. Jeder Wagen führt zunächst den bekannten Orsatapparat mit sich, der an der Stirnwand bzw. — beim Mefswagen 2 — an der diesem zugekehrten Wand des Mefsabteils angebracht ist. Die Heranschaffung des Gases aus der Rauchkammer wurde ursprünglich durch eine Leitung mit Verbindungsschlauch mit der Gummifufspumpe bewirkt; mit dem Gas wurde ein grofser, von der Decke herabhängender Gummibeutel gefüllt. Bei dieser Art der Füllung kann es sich naturgemäfs nur um Durchschnittsanalysen handeln, wie auch aus dem weiteren Grunde, dafs die Orsatanalysen zu ihrer Durchführung längere Zeit in Anspruch nehmen. Den Orsatapparat im einzelnen zu beschreiben, ist hier nicht der Raum. Es sei aber daran erinnert, dafs er im wesentlichen ein Absorptionsapparat ist, indem aus einer bestimmten Probe Rauchgas in geeigneten Glasgefäfsen die Kohlensäure durch Kalilauge, der Sauerstoff durch Pyrogallussäure und das Kohlenoxyd durch Kupferchlorür unter Volumenverminderung absorbiert wird. Angesichts einer gewissen Trägheit der Chorürlösung und der Möglichkeit, dafs diese dann bei den Erschütterungen des Wagens Kohlenoxydgas wieder losläfst, werden jetzt Kohlenoxyd und Wasserstoff nach nochmaliger Luftzufuhr durch Verbrennung über Palladiumasbest als Katalysator als weitere Kohlensäure und Wasserdampf festgestellt.

Der Orsatapparat arbeitet recht gut und genau, hat aber, wie schon angedeutet, durch den grofsen Zeitbedarf der Analyse den Nachteil, schnellere Veränderungen in der Zusammensetzung der Rauchgase nicht kenntlich zu machen. Es wurde deshalb schon seit Jahren versucht, daneben eine schnellere Methode der Rauchgasuntersuchung anzuwenden, doch erwiesen sich alle derartigen Einrichtungen aus dem ortsfesten Kesselbetrieb bis vor nicht langer Zeit hinsichtlich ihrer Geeignetheit oder überhaupt Anwendungsmöglichkeit den Schwankungen des Wagenkastens nicht gewachsen. Auch der längere Zeit erprobte Duplex-Monoapparat von Maihak, Hamburg, der die grofse Annehmlichkeit besitzt, Kohlensäure und Kohlenoxyd selbsttätig zu registrieren, war auf die Dauer nicht genügend zuverlässig, da bei den Pendelungen des Apparates im Mefswagen der Schreibstift öfters aussetzte.

Als eine gute Lösung hat sich nunmehr der Siemens-Rauchgasprüfer herausgestellt, der zuerst im Mefswagen 2 eingebaut wurde, und nachdem er sich hier bewährt hat, auch in dem anderen Mefswagen angeordnet wird. Der Siemens-Rauchgasprüfer wirkt im Gegensatz zu der mehr chemischen Wirkung des Orsatapparates in rein physikalischer Art. Die Hauptwirkung besteht darin, dafs der Widerstand eines Heizdrahtes, der in eine Wheatstonesche Brücke mit Ableseschaltung eingefügt ist, seinen Widerstand in einer Atmosphäre von Gasen ändert, welche die Wärme gut ableiten, und in denen der Draht also im Vergleich zur atmosphärischen Luft kühler bleibt. Ein solches Gas ist Kohlensäure, und die beiden Vergleichmefsdrähte liegen in je einer Höhlung desselben Metallklotzes, von denen die eine mit atmosphärischer Luft erfüllt ist, während durch die andere das Rauchgas mit seinem Kohlensäuregehalt durchgesogen wird. Das Durchsaugen geschieht durch eine kleine Saugpumpe, deren Motor die elektrische Arbeit aus der Lichtbatterie empfängt. Die Teilung des Anzeigeinstrumentes ist nach Hundertteilen Kohlensäure ausgeführt. Für die Kohlenoxydmessung, die gerade als Beweis vollständiger Verbrennung von erheblicher Wichtigkeit ist, wird der Umstand benutzt, dafs bei höherer Temperatur eines solchen Platinwiderstandheizdrahtes das Kohlenoxyd durch zusätzlichen Luftsauerstoff wieder in Kohlensäure überführt wird, wobei die Drahttemperatur steigt.

Der Siemens-Rauchgasprüfer, der in Textabb. 4 und 9 erkennbar ist, hat sich recht gut bewährt, und nur wenn ausnahmsweise Wasserstoff in den Verbrennungsgasen auftritt, wird seine Anzeige unzuverlässig, weil der Wasserstoff das Gas mit dem besten Wärmeleitvermögen ist und deshalb schon in mäfsigen Mengen störend wirkt. Wegen der Einzelheiten mufs auf die Literatur verwiesen werden*).

Der Rauchgasprüfer von Siemens & Halske ist auch für die Untersuchung der Abgase von Diesellokomotiven — in



Schalttafel für Beleuchtung — Fernsprecher zur Lokomotive. — Geber für CO_2-Prüfer

Abb. 9. Vordere Ecke des Mefsabteils.

diesem Fall mufs allerdings nicht von Rauchgas-, sondern von Verbrennungsgasanalyse gesprochen werden — nicht zu entbehren. In gleicher Weise wie für die Kohle auf dem Rost kommt es hier für das Öl im Zylinder auf den Verbrennungsvorgang an, aufserdem mufs auch hier für die wissenschaftliche Untersuchung die Feststellbarkeit der Luftüberschufszahl gefordert werden. Die Zusammenstellung 2 zeigt, wie sämtliche Mefsergebnisse zu einer erschöpfenden Übersicht über eine ganze Versuchsreihe zusammengefafst sind.

Allgemeine Anordnung des Mefsraumes, sonstige Ausrüstung.

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung ist hervorzuheben, dafs die beiden Mefstische, also der Zugkraft- und der Temperaturmefstisch, in einer Richtung liegen, und zwar aufser-

*) Keinath, Elektrische Temperaturmefsgeräte, S. 112; Druckschrift von Siemens & Halske

Digitized by Google

Zusammen-

Zusammenstellung der Versuchsfahrten

Lok. Nr. 01 001 S 36.20.

Datum	Versuchszug Nr.	Achsenzahl	Gesamtgewicht t	Strecke	Entfernung km	Fahrzeit Min.	Mittlere Geschwindigkeit km/h	Mittlere Steigung ‰	Unter Dampf Weg km	Fahrzeit Min.	Mittlere Geschwindigkeit km/h	Mittlere Steigung ‰	Inhalt des Zugkraftdiagramms 100 mm²	Bezogen auf Gesamtweg und -zeit in PSe: Mittlere Leistung	Steigungsleistung der Lokomotive	Gesamtleistung auf die Ebene	Bezogen auf Dampfweg und -zeit in PSe: Mittlere Leistung	Steigungsleistung der Lokomotive	Gesamtleistung auf die Ebene	Indizierte Leistung PSi	Mechanischer Wirkungsgrad %	Mittlere Zugkraft in t bezogen auf: Gesamtweg	Dampfweg	Mittlere Füllung %	Mittlerer Dampfdruck in at ÜD: Kessel	Schieberkasten	Verbinder	Blasrohr
14 at Kesseldruck																												
16. IV.	4078	30	307	Erf—Lk	33	32	62	3,73	31,7	30	63,5	3,85	375,35	556	145	701	593	154	747	—	—	2,43	2,53	21	14,1	12,6	—	0,12
	4079	30	307	Eis—Lk	24	21	68,5	4,4	22,4	20	67,3	4,75	272,35	616	188	804	646	200	846	—	—	2,42	2,60	21	14	12,7	—	0,13
	4081	30	307	Erf—Lk	33	32	62	3,73	31,8	30	63,6	3,85	423,10	628	145	773	670	154	824	—	—	2,74	2,84	21	14,1	12,8	—	0,13
	4080	30	307	Eis—Lk	24	22	65,5	4,4	22,3	21	63,7	4,75	279,95	604	180	784	633	192	825	—	—	2,49	2,68	21	13,9	13,2	—	0,13
17. IV.	4078	22	220	Erf—Lk	33	33	60	3,73	31,4	31	60	3,85	366,75	511	137	648	560	147	707	—	—	2,37	2,49	21	14,1	12,5	—	0,11
	4079	22	220	Eis—Lk	24	22	65,5	4,4	22,2	21	63,6	4,75	185,50	400	180	580	420	190	610	—	—	1,65	1,78	20	14	11,2	—	0,10
16 at Kesseldruck																												
8. VI.	11044	58	610	Ahb—Hl	161	128	75,4	—	144,8	115	75,4	—	2397,75	890	—	—	992	—	—	—	—	3,18	3,53	26	15,4	13,4	—	0,15
	—	—	—	Hl—Wf	32	35	54,8	—	26,6	29	55	—	486,05	660	—	—	796	—	—	—	—	3,24	3,90		—	—	—	—
	—	—	—	Wf—Erf	77	66	70	—	64,5	57	68	—	1257,05	905	—	—	1050	—	—	—	—	3,48	4,16	24	15,2	14,6	—	0,11
9. VI.	4412	58	610	Erf—Lk	33	35	56,6	3,73	31,4	33	57	3,85	706,85	960	133	1093	1020	138	1158	—	—	4,57	4,80	24	15,7	15,2	—	0,09
	4413	58	610	Eis—Lk	24	23	62,6	4,4	22,2	21,5	62	4,75	674,70	1390	172	1562	1490	186	1676	—	—	6,00	6,49	33	16,2	15,5	—	0,12
	4414	50	524	Erf—Lk	33	32	61,8	3,73	31,4	30,5	61,8	3,85	572,30	850	145	995	892	150	1042	—	—	3,70	3,89	20	16,2	15,3	—	0,05
	4415	50	524	Eis—Lk	24	22	65,4	4,4	22,2	21	63,4	4,75	469,90	1007	180	1187	1055	190	1245	—	—	4,18	4,51	23	16,4	15,9	—	0,07
10. VI.	4412	70	723	Erf—Lk	33	33	60	3,73	31,5	31	61	3,85	800,00	1150	141	1291	1225	148	1373	—	—	5,09	5,50	26	15,9	15,4	—	0,07
	4413	70	723	Eis—Lk	24	22,5	64	4,4	22,2	21,5	62	4,75	794,80	1680	176	1856	1755	186	1941	—	—	7,06	7,64	41	15,8	14,8	—	0,27
	4414	62	650	Erf—Lk	33	32	61,8	3,73	31,4	31	60,8	3,85	732,40	1085	145	1230	1120	147	1267	—	—	4,74	4,98	26	16	15,6	—	0,10
	4415	62	650	Eis—Lk	24	22	65,4	4,4	22,2	21	63,5	4,75	603,00	1300	180	1480	1362	190	1552	—	—	5,36	5,80	29	16,1	15,5	—	0,14

Bemerkungen: Ahb = Anhalter Bf. Hl = Halle. Wf = Weifsenfels.

halb der Wagenmitte derart aufgestellt sind, dafs auf der einen Seite der Mefstische ein wesentlich breiterer Gang entsteht als auf der anderen. Der Aufenthalt in dem schmalen Gang ist den beiden Beobachtern vorbehalten, während der breitere Gang den Versuchsteilnehmern — bis zu einer nennenswerten Anzahl herauf — Gelegenheit bietet, den Verlauf der Versuche ohne Störung der Beobachter zu verfolgen. Dies wird noch dadurch erleichtert, dafs die meisten manometerartigen Apparate, so auch der Geschwindigkeitsmesser, doppelseitige Zifferblätter haben.

Es mag hier noch erwähnt werden, dafs die eine Hälfte des Zugkraftmefstisches für den späteren Einbau eines Druckkraftmessers frei gelassen wurde, wie aus der Textabb. 4 zu ersehen ist. Eine befriedigende Lösung hierfür ist noch nicht gefunden worden. Die Schwierigkeit liegt darin, dafs die Druckkraft im Gegensatz zu der Zugkraft nicht an einer Stelle entsteht, sondern die Summe der unter Umständen recht ungleichen Drücke beider Puffer darstellt. Der Mangel eines Druckkraftmessers ist jedoch noch nicht als lästig in Erscheinung getreten, weil es für die verhältnismäfsig wenigen Fälle, wo im wirklichen Betriebe Druckkräfte, von der Lokomotive veranlafst, auftreten, (Druckkraft der schiebenden Steilrampenlokomotive oder Bremskraft einer Zuglokomotive mit Gegendruckbremse) möglich ist, durch Ziehen oder Herabhängenlassen des Zuges diese Kraft umgekehrt als Zugkraft zu erhalten; über derartige Versuche habe ich in meinen Aufsätzen über Lokomotivbetrieb auf Steilrampen und über die Gegendruckbremse im Hauptbahnbetrieb in dieser Zeitschrift in den Jahren 1924 und 1925 berichtet.

Die Trennungswand zum Beratungs- und Aufenthaltsraum des Mefswagens wird durch einen Schrank gebildet, ebenso befindet sich nach der Endbühne zu ein niedriger, nur bis zum Fenstersims reichender Schrank. Die Schränke sind bestimmt für die Aufnahme der Indikatoren, Leistungsmesser, des Rollenpapiers, der Chemikalien und Werkzeuge. Auf dem niedrigen Schrank ist auch eine kleine elektrisch angetriebene Bohr-

Digitized by Google

stellung 2.

und Beobachtungsergebnisse (Mefswagen 2).

Zweck des Versuches: Allgemeine Erprobung.

Mittlerer Unterdruck in mm Wassersäule			Mittlere Temperaturen in °C									Materialverbrauch in kg								Verdampfungsziffer	Anzahl der Luftpumpenhübe	Dampfverbrauch der Luftpumpe			Rauchgas-Analyse in %				Luftüberschufszahl	Blasrohr- und Schornstein-Abmessungen	Zustand der Schienenoberfläche
												Verd. Heizfl. 238 m²					Rostfl. 4,5 m²														
												Wasser					Kohle														
Rauchkammer	Feuerbüchse	Aschkasten	Rauchkammer Mitte	Rauchkammer hinten unten	Rauchkammer hinten oben	Überhitzerkammer	Schieberkasten	Verbinder	Ausströmung	Speisewasser-Vorwärmer Eintritt	Speisewasser-Vorwärmer Austritt	im Ganzen	für 1 m² Heizfläche und Std.	für 1 PS_e und Std.	für 1 PS_i und Std.	Dampfverbr. pro PS_e/Std. bezogen auf die Ebene	im Ganzen	für 1 m² Rostfläche und Std.	für 1 PS_e und Std.			kg	kg	Dampfverbrauch pro PS_e/Std. bezogen auf die Ebene und Dampfweg und -zeit nach Abzug des Dampfes zur Luft- und Wasserpumpe	CO_2	CO	O_2	H_2			
14 at Kesseldruck																															
31	13	+ 2	291	340	277	367	365	—	106	—	—	4300	35	14,5	—	11,5	—	—	—	—	100	10	4290	11,47	14,4	0,2	6	0,1	1,4		trocken
36	16	0	297	342	282	361	359	—	107	—	—	3170	38	14,7	—	11,25	—	—	—	—	100	10	3160	10,7	13,4	0,6	5,6	0,2	1,36		„
35	17	+ 1	303	341	280	373	372	—	107	—	—	4300	34	14,44	—	10,45	—	—	—	—	160	20	4280	10,4	14	0,2	6,5	0	1,45		„
41	21	+ 1	299	341	282	368	362	—	106	—	—	3120	36	14,1	—	10,85	—	—	—	—	200	22	3100	10,73	13,4	0,1	6,8	0	1,47		„
33	16	1	288	335	280	354	352	—	100	—	—	3900	30	13,45	—	10,95	—	—	—	—	240	26	3874	10,55	15,5	0,2	4,9	0,1	1,3		„
25	11	+ 2	286	336	275	354	352	—	102	—	—	2870	33	19,6	—	13,5	—	—	—	—	200	22	2848	13,3	14,4	0,2	5,2	0,1	1,32		„
16 at Kesseldruck																															
66	25	+ 2	320	350	303	—	361	—	128	21	89	19240	38	10,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		nafs
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4800	34,5	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		„
62	32	+ 2	312	352	309	374	373	—	118	18	90	9400	36	9,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,8	0	8,6	0,4	1,68		„
54	24	3	323	358	308	381	373	—	116	17	80	5900	42	10,55	—	9,25	790	302	1,41	7,48	300	32	5750	9,03	12,6	0,4	7,0	0,5	1,5		trocken
103	37	5	361	379	330	395	391	—	138	18	95	5470	60	10,2	—	9,14	800	465	1,50	7	280	30	5320	8,86	13,2	0	6,4	0,1	1,43		„
40	15	+ 1	336	356	296	389	375	—	116	19	76	4600	36	10,17	—	8,67	650	272	1,44	7.08	300	32	4468	8,44	14	0,2	6,0	0,2	1,4		„
55	24	1	341	359	303	380	380	—	114	20	85	3730	43	10,1	—	8,6	620	375	1,66	6,2	260	30	3620	8,3	14	0,2	4,6	0,9	1,28		„
69	33	0	340	372	319	394	392	—	132	20	79	5900	45	9,32	—	8,3	750	304	1,19	7,9	320	35	5745	8,1	13,8	0,4	5,4	0,3	1,34		nafs
159	60	8	382	409	359	410	409	—	170	20	101	5690	64	9,1	—	8,18	750	445	1,2	7,8	325	35	5535	7,95	13	0,6	5,6	0,2	1,35		„
75	31	1	348	373	304	398	397	—	130	—	—	5650	45	9,76	—	8,6	730	304	1,26	7,7	500	55	5595	8,52	15	0,7	3,8	1,2	1,22		„
102	44	3	364	378	292	402	400	—	139	—	—	4970	57	10,4	—	9,16	680	414	1,43	7,5	250	30	4810	8,9	14,4	1,6	3,6	0,4	1,2		„

Erf = Erfurt. Lk = Leinakanal. Eis = Eisenach.

maschine sowie ein kleiner Schraubstock für unterwegs auszuführende kleinere Arbeiten angeordnet. Die Schmalseite des hohen Schrankes neben dem Durchgang enthält einen Venturiapparat von Siemens & Halske, welcher den durch die Heizleitung des Zuges gehenden Heizdampf zu messen gestattet*). Dieser Dampfmesser wurde eingebaut, um auch im Winter Versuche vor Personenzügen des öffentlichen Verkehrs ausführen zu können, ohne einerseits den Betrieb der Zugheizung zu stören, andererseits gleichwohl in der Lage zu sein, den der Lokomotivmaschine nicht zur Last zu legenden Heizdampf seiner Menge nach festzustellen.

Endlich befindet sich im Mefsraum noch eine kleine Wandtafel, sowie eine Vorrichtung zum Aufhängen graphischer Fahrpläne (herabhängend oder aufgerollt).

Wagenbauliche Anordnung des Mefswagens.

Während die bisherigen ausführlichen Erörterungen sich räumlich — mit Ausnahme der auf der Lokomotive anzubringenden Einrichtungen — auf den Mefsraum der Mefswagen bezogen, müssen zum Schlufs auch dem Gesamtaufbau des Wagens (Abb. 1, Taf. 35) einige Worte gewidmet werden. Der zweite, grofse Raum neben dem Mefsraum ist der ebenfalls aus zwei früheren Abteilen hervorgegangene Beratungs- und Aufenthaltsraum. Er enthält bei dem neueren Mefswagen 2 einen Schreibtisch mit daneben stehendem Bücher- und Aktenregal und ein Ecksofa mit Tisch sowie mehrere Stühle. Die Platte des Schreibtisches ist umklappbar angeordnet und trägt auf ihrer Unterseite eine Schreibmaschine, über dem Schreibtisch befinden sich eine Uhr, ein Geschwindigkeitsmesser und ein Bremsleitungsdruckmesser, sowie endlich ein Quecksilberbarometer.

Das Vorhandensein eines Aufenthalts- und Beratungsraumes ist für den Mefswagenbetrieb aufserordentlich angenehm, wie mir ganz besonders bei längeren Mitfahrten im russischen Mefswagen zum Bewufstsein gekommen ist, der einen solchen Raum nicht aufweist. Er gestattet, ohne durch den Mefsbetrieb immerhin etwas gestört zu werden, Besprechungen abzuhalten und bietet Gelegenheit, bereits unterwegs mit der Auswertung

*) Über das Prinzip des Venturiapparates vergl. Gramberg, Technische Messungen, Berlin 1923, S. 201.

Digitized by Google

und Zusammenstellung der Versuche zu beginnen oder sonst zu arbeiten. Er bildet auswärts auch einen behaglichen Aufenthalt für die Fahrtteilnehmer für den Abend nach Beendigung der Versuche und Arbeiten. Auch der ältere Lokomotiv-Meſswagen und derjenige für elektrische Lokomotiven enthalten einen solchen Aufenthaltsraum.

Der übrige Raum des neueren Meſswagens wird weiterhin von drei Abteilen mit vollständiger Schlafeinrichtung (nach Art der Schlafwagen) eingenommen, von denen der eine Raum für den Vorstand des Lokomotivversuchsamtes, die beiden anderen für drei Beamte bestimmt sind, während im Notfall auch noch das Sofa im Meſsabteil als Nachtlager für Hilfskräfte benutzt werden kann, wenn keine Übernachtungsräume auf der Station zur Verfügung stehen. Die Toilette neben dem Abteil des Vorstandes ist nicht ganz bis an den Seitengang herangeführt; der übrig bleibende Raum ist als Schrank für die Bettwäsche und Schutzkleider für die Mitfahrt auf der Lokomotive ausgebildet. Den Rest des Wageninnern — abgesehen von dem Seitengang — bildet endlich auf der Gangseite der Eckraum für die Warmwasserheizung nach Art der Schlafwagenheizung. Diese Heizung wird mit Kohle und nicht mit dem Dampf der Untersuchungsmaschine betrieben, um keine Fehlerquellen hineinzubringen und auſserdem von der Lokomotive unabhängig zu sein. Die andere Wagenecke neben der Endbühne, die bei den gewöhnlichen D-Zugwagen von dem Abort eingenommen wird, bildet eine winzige Küche mit Gaskocher, um unterwegs ein warmes Getränk zubereiten zu können.

Die Beleuchtung der Meſswagen ist selbstverständlich die elektrische, die in gleicher Art wie bei den D-Zugwagen mit eigenem Stromerzeuger angeordnet ist. Allerdings stellt dieser ebenso wie die zugehörige Batterie ein besonders groſses Modell dar, weil nicht nur die eigentliche Beleuchtung für eine zuverlässige Beobachtung der Apparate und dauernde Arbeitsmöglichkeit im Aufenthaltsraum eine besonders gute sein, sondern auch der Aufenthaltsraum häufig lange Zeit während des Stillstandes (im Gegensatz zu einem im Zuge laufenden und nur dann benutzten Wagen) erleuchtet sein muſs. Der Gasbehälter dient nur dem Kochbetrieb.

Der ältere Lokomotiv-Meſswagen weicht in seiner Einrichtung dadurch ab, daſs er nur ein (Voll-) Abteil 2. Klasse besitzt, in dem sich im Notfalle nach Schlafwagenart für vier Betten Platz schaffen läſst und ein weiteres Abteil 3. Klasse mit einer Miniaturwerkstatt und einer herabklappbaren Pritsche als gelegentliches Nachtlager für einen Meſswagenschlosser enthält. Die geringere Eignung dieses Wagens für auswärtige Übernachtungen ist nicht besonders störend, weil der ältere Meſswagen nicht so oft wie der neuere tagelang von Berlin abwesend ist; zudem bietet sich häufig Schlafgelegenheit im Übernachtungsgebäude der Station. Die Heizanlage (mit Gaskocher) und die Toilette vervollständigen die Inneneinrichtung dieses Wagens. Selbstverständlich sind beide Wagen mit Druckluftbremse ausgerüstet.

Die Benutzung der Wagen ist eine sehr rege; abgesehen von den durch die Überholung gegebenen Pausen sind sie beide fast ausnahmslos an fünf Tagen in der Woche im Betrieb. Die vollständige Veröffentlichung der Versuchsniederschriften mit ihren tabellarischen und zeichnerischen Anlagen würde bereits einige dickleibige Folianten füllen können. Über den betrieblichen Wert der Versuche und ihre erhebliche wirtschaftliche Auswirkung habe ich in meinem Aufsatz »Das Lokomotivversuchswesen der Deutschen Reichsbahn« in der »Reichsbahn« 1925, S. 506 einen Überblick gegeben.

Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb.

Von Oberingenieur **Fr. Woeste**, Eberswalde.

Zur Erzielung der wirtschaftlich günstigsten Ausnutzung der Brennstoffe wird der bei Lokomotiv-Drehkranen bisher fast allgemein übliche Dampfantrieb neuerdings durch Antrieb mit Verbrennungsmotoren ersetzt. Zur Verwendung gelangen Benzin-, Benzol- und Dieselmotore. Letztere gewährleisten die beste Ausnutzung der Brennstoffe und damit die geringsten Betriebskosten. Jeder unnötige Brennstoffverbrauch wird durch Abstellen des Motors in den Arbeitspausen vermieden. Bei geringerer Belastung wird weniger Brennstoff zugeführt.

Die bei Dampfkranen durch das Wasser- und Kohlennehmen unvermeidlichen Zeitverluste fallen fort; ebenso die Zeit für das Anheizen des Dampfkessels.

Die Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb (nachstehend kurz Dieselkrane genannt), haben infolgedessen von allen Kranen mit eigener Kraftquelle*) neben gröſster Wirtschaftlichkeit die gröſste Beweglichkeit, Unabhängigkeit und stete Betriebsbereitschaft. Ein weiterer Vorzug sind die vorzüglichen Rangierleistungen dieser Krane. Dies fällt besonders bei längeren Strecken sehr ins Gewicht. Die Dampfkrane erfordern beim Verschiebedienst zum Erholen des Kessels stets Atempausen; die Dieselkrane können ohne jeden Zeitverlust ununterbrochen Verschiebearbeiten erledigen und auch Lasten fördern.

Die allgemeine Anordnung der Dieselkrane entspricht der altbewährten Bauart der üblichen Dampfkrane; desgleichen sind die Tragfähigkeiten die gleichen. Gebaut werden die Dieselkrane für Stückgutverladung, für Betrieb mit Lasthebemagnet und zum Verladen von Massengütern mittels Selbstgreifers.

Die Tragfähigkeiten sind gewählt:

Für Stückgutverladung und Betrieb mit Lasthebemagnet: von 2 t bei 9 m Ausladung bzw. 3 t bei 7 m Ausladung bis 6 t bei 4,75 m Ausladung.

Für Greiferbetrieb: 3 t bei 7 m Ausladung.

Arbeitsgeschwindigkeiten:

Heben bis 3 t (mit einfachem Hakengehänge bzw. Greifer)	etwa 30 m/Min.
Heben über 3 bis 6 t (mit Unterflasche)	« 15 m/Min.
Drehen	» 2 mal/Min.
Einziehen	» 1 mal/Min.
Kranfahren mit Last	» 50 m/Min.
Kranfahren ohne Last	» 100 m/Min.

Die neuerdings an Kranen und Hebezeugen gestellten höheren Ansprüche bedingen, daſs die Normaldampf- wie auch Dieselkrane mit gröſseren Ausladungen arbeiten. Zu diesem Zwecke wurde bei dem Kran Abb. 1 die Ausladung bei 2 t auf 10 m, bei 3 t auf 8,5 m, bei 6 t auf 5 m erhöht.

Der Motor — ein neuzeitlicher, mehrzylindriger kompressorloser Dieselmotor — besitzt eine Dauerleistung von etwa 32 PS bei 650 Umdrehungen/Min. Der Brennstoffverbrauch je PS und Stunde beträgt etwa 225 g. Ausgerüstet ist der Motor mit allen, für einen einwandfreien Betrieb erforderlichen Apparaten, wie Andrehkurbel, Präzisionsregulator, selbsttätiger Schmierung, Kühlwasserpumpe, Wasser- und Brennstoffbehälter und Auspufftopf.

Das Anlassen des Motors geschieht normalerweise mittels Handandrehkurbel. Der leichteren Bedienung wegen empfiehlt es sich, hierfür eine elektrische Anlasseranlage einzubauen, welche gleichzeitig für die Kranbeleuchtung benutzt werden kann.

Die groſse Leistung des Motors gibt volle Gewähr dafür, daſs die Krane auch unter den ungünstigsten und schwierigsten Betriebsverhältnissen sicher arbeiten. Der Motor wird in gleicher

*) Vergl. Woeste, „Krane mit eigener Kraftquelle", Z.d.V.D.I., Bd. 70, No. 9, 27. Febr. 26.

Digitized by Google

Weise wie bei einem Kraftwagen durch eine von Hand betätigte Kegelreibungskupplung in das Getriebe eingerückt. Die Übertragung der Arbeit auf die Hauptantriebswelle erfolgt durch reine Stirnrädergetriebe. Das Motorvorgelege läuft in einem Räderkasten im Ölbad. Von der Hauptantriebswelle aus werden die einzelnen Bewegungen in bekannter Art und Weise mittels Kupplungen abgeleitet.

Die einzelnen Apparate sind im Führerhaus (Abb. 2) übersichtlich angeordnet, so dafs der Kranführer, von seinem vorn im Kran angeordneten Stand aus alle Teile gut beobachten und leicht bedienen kann. Der Kranführer hat auch stets einen guten Überblick über das Arbeitsfeld des Kranes.

Den Kranen mit Lasthebemagnet wird der Strom entweder durch biegsame Kapel zugeführt oder er wird, um von der Stromzuführung unabhängig zu sein, durch ein Dieseldynamo-Aggregat erzeugt, dessen räumliche Ausdehnung sehr gering ist. Bei den Magnetkranen werden bedeutende Ersparnisse an Löhnen und Betriebskosten gemacht. Ferner kommt die bessere Ausnutzung der Lagerplätze hinzu. Auch wird die Ausnutzung des Hebezeuges bei Magnetbetrieb aufserordentlich gesteigert.

Die Stromkosten einer der gröfsten Typen der Ardelt-Magnete stellen sich nicht höher als der Stundenlohn eines Arbeiters, während die geleistete Arbeit die vielfache eines Arbeiters beträgt. So werden z. B. für die Entladung eines mit 20 t Roheisen (Masseln) beladenen Eisenbahnwagens unter Zugrundelegung einer Hubhöhe von 10 m und eines Lastweges von 50 m, bei Normalgeschwindigkeiten etwa 2,2 kWh vom Magnet verbraucht. Hierbei ist vorausgesetzt, dafs die Anlage von einem geschickten Kranführer bedient wird.

Bei Einrichtung der Dieselkrane sowohl für Greiferbetrieb als auch für Stückgutbetrieb ist der Greifer gegen ein Krangehänge oder eine Unterflasche auszutauschen. Die Greifer werden zu diesem Zweck mit Seileinziehwinden versehen*).

Diese Winden bestehen in der Hauptsache aus einer Seiltrommel mit Sperrvorrichtung und Handkurbelantrieb. Dazu werden glatte Hubseile ohne jegliche Spleifs- und Seilverbindungen und einfache normale Rollen und Trommeln für die Hub- und Entleerseile verwendet. Der Seilverschleifs ist sehr gering. Die Zeit zum Auswechseln des Greifers gegen ein Hakengeschirr beträgt nur etwa 8 bis 10 Min.

Wirtschaftlichkeitsnachweis.

Die Normal-Dampfkrane verbrauchen im Mittel je Stunde etwa 20 kg Kohle von hohem Heizwert; diesem entspricht bei den Dieselkranen ein Brennstoffverbrauch von bei Lokomotiv-Kranen mit elektrischem Einmotorenantrieb ein 2,2 kg/Std. und Stromverbrauch von 6 KWh. Unter Zugrundelegung von ℳ 2,10 für 100 kg Kohle; ℳ 14,30 für 100 kg Treiböl (verwendet werden können alle Sorten Rohöl) und ℳ 0,16 für eine KWh berechnen sich die Betriebskosten für die einzelnen Krantypen wie folgt:

Für 1000 Betriebsstunden ergeben sich:

a) beim Lokomotiv-Dampfkran Gr. I.
Brennstoffverbrauch — 20 kg/Std. (Brikett)
Brennstoffkosten — 2,10 für 100 kg
$20 \times 1000 \times 0{,}021 =$ . . . . . ℳ 420.—

b) beim Lokomotiv-Dieselkran Gr. I.
Brennstoffverbrauch 225 g je PS/Std.
Brennstoffkosten — ℳ 14,30 für 100 kg
bei gleicher Leistung wie beim Dampfkran unter a)

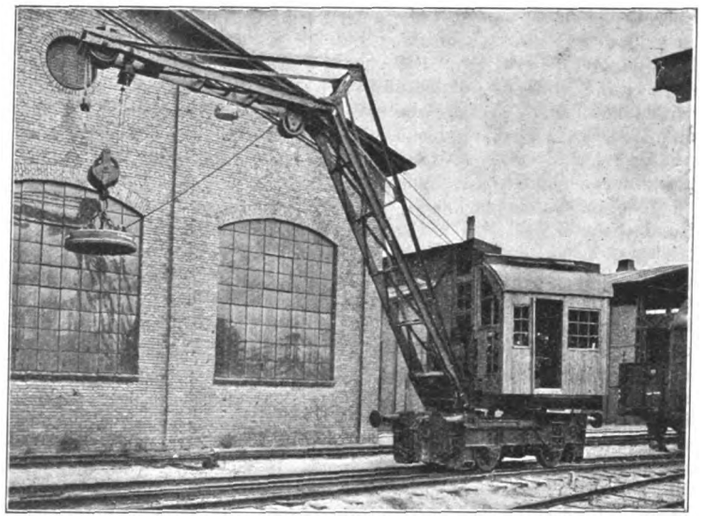


Abb. 1. Fahrbarer Drehkran mit Dieselmotorantrieb. Bauart Ardelt, ausgestattet mit Lasthebemagnet.

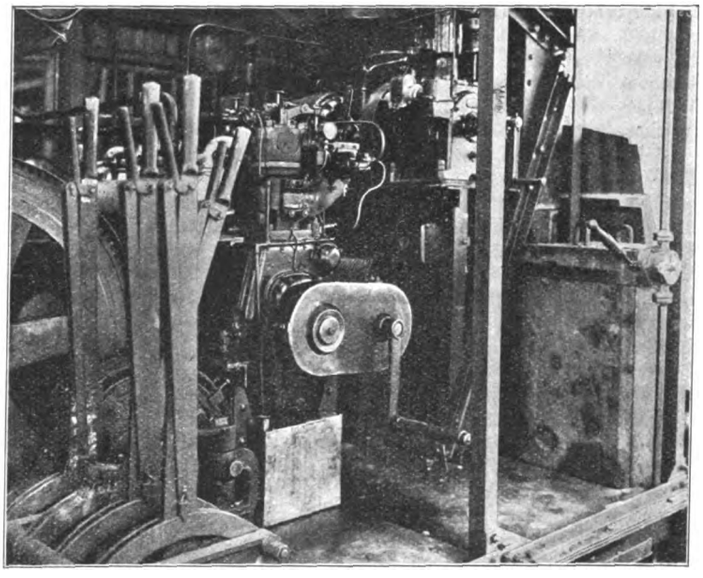


Abb. 2. Inneneinrichtung eines Drehkranes mit Antrieb durch Dieselmotor.

Brennstoffverbrauch rund 2,2 kg/Std.
Brennstoffkosten hierfür:
$2{,}2 \times 1000 \times 0{,}143 =$ . . . . . ℳ 315.—

c) beim Lokomotiv-Kran mit elektrischem Einmotorenantrieb:
Stromkosten — ℳ 0,16 KWh
bei gleicher Leistung wie beim Dampfkran unter a)
Stromverbrauch ca. 6 KWh
$6{,}0 \times 1000 \times 0{,}16 =$ . . . . . ℳ 960.—

Die Betriebskosten der Dieselkrane betragen mithin nur $^3/_4$ derjenigen der Dampfkrane bzw. $^1/_3$ der elektrisch betriebenen Einmotorenkrane.

*) Vgl. Woeste, „Einfache Auswechselvorrichtung des Greifers gegen Hakengeschirr, D. R. P. 349990“, Fördertechnick und Frachtverkehr, Heft 22, 1925, Seite 351.

Digitized by Google

Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel 1926.

Die im Jahre 1924 gelegentlich der Britischen Reichssausstellung in Wembley als „Weltkraftkonferenz" ins Leben gerufene privatwirtschaftliche Vereinigung von Persönlichkeiten aus allen Ländern hat sich zur Aufgabe gestellt, die Erhaltung und Entwicklung der Energiequellen der ganzen Erde, sowie ihre zweckmäfsige Ausnutzung zu prüfen und die einschlägigen Fragen in gewissen Zeitabständen in Tagungen zu erörtern. Die zur Zeit in Basel stattfindende Ausstellung für „Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung" gab zu einer derartigen Tagung Anlafs, da sie in vielen statistischen Angaben und Modellen ein sehr gutes Bild von dem Stande der Technik im Ausbau der Wasserkräfte, wie der Verwendung der aus ihnen gewonnenen elektrischen Energie gibt.

Besonders eindrucksvoll sind die Darbietungen der Schweizer Bundesbahnen, bei denen heute 923 km Bahnlänge elektrisch betrieben werden und bis Ende 1928 1566 km bei 2882 km Baulänge des gesamten Bahnnetzes in elektrischen Betrieb genommen sein werden. Die Schweiz ist mit dem elektrischen Betrieb von Vollbahnen bahnbrechend vorangegangen. Die erste Vollbahnlinie Burgdorf—Thun wurde bereits im Jahre 1899 für den elektrischen Betrieb erstellt und bis 1913 waren 319 km Bahnlinien elektrisch eingerichtet. Der Weltkrieg verzögerte weitere Arbeiten, bis infolge der Kohlenknappheit der Gedanke neuen Antrieb erhielt und vom Jahre 1919 ab der elektrische Betrieb insbesondere auf dem Netz der Schweizerischen Bundesbahnen in rascher Zunahme eingeführt wurde. Dem Betrieb der Bundesbahnen dienen ausschliefslich bahneigene Wasserkraftwerke, die in Gruppen, bestehend aus einem Nieder- und Hochdruckwerk, zusammen arbeiten. Seit 1906 wird der Einphasenwechselstrom niedriger Frequenz ($16^2/_3$ Per/Sek.) und hoher Spannung (15000 V) am Fahrdraht angewendet. Beim jetzigen Verkehr, Kohlenpreis frei Grenze und unter Berechnung eines Kapitalzinses von 5 % wird der elektrische Betrieb des 1566 km-Netzes Ende 1928 bei sehr vorsichtiger Berechnung ungefähr ebenso teuer zu stehen kommen wie der Dampfbetrieb dieses Netzes. Mit zunehmendem Verkehr wird sich das Verhältnis der Kosten zugunsten des elektrischen Betriebes verschieben.

Diese Angaben sind dem ausführlichen Bericht der Schweizer Bundesbahnen über ihre elektrischen Einrichtungen und Betriebserfahrungen entnommen, der der Tagung zur Frage der „Elektrifizierung der Eisenbahnen" vorlag. Ähnliche Berichte waren aus Frankreich, England, Holland, Japan, Österreich, Schweden, den Vereinigten Staaten und Deutschland eingegangen. Der deutsche Bericht ist von Reichsbahndirektor Wechmann unter Mitwirkung verschiedener Mitarbeiter aus der Reichsbahn-Gesellschaft und der Industrie verfafst und gibt den gegenwärtigen Stand und die Betriebserfahrungen im elektrischen Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Die D. R.-G. betrieb Anfang 1926 über 800 km Bahnstrecke mit einphasigem Wechselstrom von 15 kV und $16^2/_3$ Per/Sek. mit etwa 250 elektrischen Lokomotiven und einigen Triebwagen. Weitere 160 km Strecken waren im Ausbau. 82 Lokomotiven sind in Anlieferung. In der Aussprache wies Herr Wechmann darauf hin, dafs mit dem gewählten Bahnsystem die besten Erfahrungen gemacht seien, anfängliche Bedenken gegen den Motor im Hinblick auf Komutator und Ausbesserungen, sowie gegen die Güte des Leistungsfaktors, ferner Bedenken hinsichtlich Störungen der Fernsprechleitungen durch den Wechselstrombetrieb, haben sich als unberechtigt erwiesen. Zur Stromerzeugung wären wie bei den Schweizer Bundesbahnen bahneigene Kraftwerke angestrebt worden, doch sind in Deutschland die Wasserkräfte in anderen Händen und die Bahnen mufsten sich mit dem Eigentümer auseinandersetzen. Die Reichsbahn hat sich an den Kraftwerken finanziell beteiligt und Sitz und Stimme im Aufsichtsrat, so dafs sich ein hinreichender Einflufs ausüben läfst. Bezüglich des Strompreises habe die Reichsbahn die Erfahrung gemacht, dafs er bei eigener Erzeugung am billigsten wird. Die Grenze bis zu welcher ein Strompreis noch tragbar sei, lasse sich schwer sagen, immerhin dürfte man drei Pfennig für die kW/h nicht überschreiten.

Die Zahl der Lokomotivtypen war anfangs 30, heute sei man auf sechs angekommen. Stromabnehmer, Ölschalter, Luftpumpe seien für alle Lokomotiven gleich, ohne dafs man sich engherzig gebunden habe. Eine Serienherstellung von Lokomotiven sei dringend notwendig, auch wegen Verminderung der Kosten. Die Kosten der Streckenausrüstung, Fahrdrahtleitungen, Fernmeldeleitungen seien bei mittlerem Verkehr ungefähr gleich den Kosten der Lokomotiven. Man müsse streben, diese Kosten herabzumindern. Sodann müsse das Personal eine normale Konstruktion vor sich haben, um Fehler leichter zu finden. In der Werkstatt aber lassen sich die Kosten in Anwendung des Austauschverfahrens auf ein Mindestmafs verringern.

Der österreichische Bericht befafst sich in drei Teilen mit der Systemwahl, den Kraft- und Unterwerken, den Leitungsanlagen und den Lokomotiven. Besonders der letztere bietet wegen bisher unveröffentlichter Mitteilungen über einige Lokomotivtypen Interesse. Angeführt wird eine Schnellzuglokomotive 1 D_0 1, bei der jeder der vier Motoren mit lotrechter Achse eine Blindwelle antreibt wie bei der 2 C_0 2 Lokomotive der französischen Südbahn *). Das Drehmoment wird mittelst Kegelrädern auf eine Hohlwelle übertragen, welche über die Triebachse geschoben und im Rahmen fest gelagert ist. Diese ist an einer Stelle derart erweitert, dafs eine Gelenkkupplung Platz findet, die selbsttätig alle Bewegungen des Lokomotivgestells ausgleicht. Eine Lokomotive dieser Bauart ist für Antrieb mittelst Zwillingsmotoren vorgesehen, bei der je eine Motorgruppe mittelst Kegelrädern auf eine gemeinsame Vorgelegewelle wirken, von der die Hohlwelle durch Stirnräder angetrieben wird.

Eine Güterzuglokomotive, Achsfolge E, wird als Umformerlokomotive nach dem System der Österreichischen Siemens-Schuckertwerke ausgeführt. Bei dieser Bauart wird der Einphasenwechselstrom der Fahrdrahtleitung in einem Haupttransformator mit festem Übersetzungsverhältnis umgespannt und einem Einphasen-Vielphasen-Gleichstromumformer mit regelbarer Gleichspannung zugeführt, der die Gleichstromreihenschlufs-Triebmotoren speist. Die Umformerlokomotive arbeitet mit $\cos \varphi = 1$ bei allen Betriebszuständen und kann auch für 50 periodigen Bahnbetrieb gebaut werden.

Für Nebenlinien mit ungünstigen Streckenverhältnissen ist eine Lokomotive, Achsanordnung $B_0 + B_0$ vorgesehen, die als Drehgestellokomotive mit Einzelachsantrieb — Hohlwellenfederantrieb Patent Séchéron — gebaut wird. Bei dieser Lokomotive steht bei hoher Leistung nur ein Gesamtachsdruck von 60 t zur Verfügung. Sie erhält elektrische Widerstandsbremsung und eine Totmann-Einrichtung.

Eine schwere Güterzuglokomotive, Achsanordnung E, Achsdruck 16 t, Leistung 1800 PS, so dafs nur 44 kg/PS entfallen, ist für die Linie Salzburg—Innsbruck vorgesehen. Sie hat kleine Triebräder, einen kurzen Rahmen und kleinen Achsstand und kann 1500 t auf 5 ‰ Steigung oder 380 t auf 25 ‰ Steigung fortbewegen. Die dauernde Zugkraft am Zughaken beträgt 12 t auf 10 ‰ Steigung. Die höchste Anfahrzugkraft in der Ebene ist 20 t. Den grofsen Zugkräften und den Anforderungen des Schiebedienstes auf Bergstrecken entsprechend erhält die Maschine eine besondere Schaltung mit 21 dauernd benützbaren Fahrstufen.

Eine vierfach gekuppelte Verschiebelokomotive ist zum Verschieben von 700 bis 1000 t Zügen mit einem Achsdruck von 13,7 t auf leichteren Gleisen des Verschiebedienstes beschafft worden. Als Einphasenlokomotive kann sie dauernd schwere Züge mit ganz geringer Fahrgeschwindigkeit wie z. B. 600 t über einen Abrollrücken von 7,5 ‰ Steigung mit 2 km/h befördern.

Zur Probe werden ferner zwei Lokomotiven mit Phasenumformer (splitphase) beschafft, von denen eine schon abgeliefert ist. Bei diesem System wird der Einphasenwechselstrom von 15000 V Spannung in einem umlaufenden Phasenumformer ohne Zwischenschaltung eines ruhenden Transformators in mehrphasigen Wechselstrom niedrigerer Spannung derselben Periodenzahl umgewandelt. Der Umformer (Ständer) ist zu diesem Zweck mit einer Einphasenhochspannungswicklung und mit einer kontinuierlichen Niederspannungstrommelwicklung versehen. Durch geeignete Anzapfungen dieser letzteren wird je nach der Lokomotivgeschwindigkeit 2-, 3- oder 4-phasiger Wechselstrom abgenommen, entsprechend einer 12-, 8- bzw. 6-poligen Schaltung der zwei Hauptmotoren. Bei der 8- und 12-poligen Schaltung werden die Motoren auch in Kaskadenschaltung benützt, so dafs sich zusammen fünf Drehzahlen der Motoren und daher fünf wirtschaftliche Fahrgeschwindigkeiten ergeben.

In der Aussprache wurde von Ministerialrat Hruschka noch eine neue Lokomotivtype 1 C + C 1 für Gebirgsstrecken mit Steigungen bis zu 27 ‰ für Güterzüge bis zu 550 t und Personenzüge von 220 t angeführt, welche die z. Zt. leistungsfähigste Einphasenstrom-Lokomotive darstellt. Die Abmessungen der Maschine sind: Länge über

*) Siehe Organ, S. 39.

Digitized by Google

Puffer 22200 mm, Triebraddurchmesser 1350 mm, Laufraddurchmesser 960 mm, Zahnradübersetzung 1:5,866, Stundenleistung am Rade 4500 PS bei 50 km/h, Dauerleistung 3700 PS bei 50 km/h. Es sind 24 Schaltstufen vorgesehen. Das Dienstgewicht beträgt 141,6 t, das Reibungsgewicht 114,6 t.

Der schwedische Bericht befafst sich mit der Elektrifizierung der Strecke Stockholm—Göteborg, die mit Einphasenwechselstrom niedriger Frequenz und hoher Spannung betrieben wird. Der Strom wird dem allgemeinen Landesversorgungsnetz entnommen und für den Bahnbetrieb in umlaufenden Umformern in Unterwerken umgeformt.

In vorstehendem sind diejenigen Länder angeführt, die als Einheitssystem für den elektrischen Betrieb ihrer Vollbahnen hochgespannten Einphasenwechselstrom mit niedriger Periodenzahl gewählt haben. Frankreich, Holland, Japan benutzen Gleichstrom von 1500 V Spannung und beziehen denselben vorzugsweise aus dem Netz der allgemeinen Landesversorgung, indem sie ihn aus Drehstrom umformen. Der französische Bericht, mehr auf die wirtschaftliche Seite des elektrischen Betriebes eingehend, hebt besonders die wesentlich höhere Fahrleistung der elektrischen Lokomotiven in bezug auf die Zusammensetzung der Züge, ihr Gewicht und ihre Geschwindigkeit hervor. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs wird festgestellt, dafs nur, wenn mit einem Zinsfufs von 5 bis 6 % gerechnet werden kann, sich ganze Netze, deren Kohlenverbrauch je km und Jahr ungefähr 300 t beträgt, mit Vorteil auf elektrischen Betrieb umstellen lassen. In der Aussprache wies der Verfasser des Berichtes Ober-Ingenieur Parodi der Paris-Orleans-Bahn auf die Notwendigkeit der Typisierung der elektrischen Lokomotiven hin, die sich bereits auf der Orleansbahn mit fünf Typen, auf der Midibahn mit einer Type bewährt hat.

Das Gleiche hebt der Verfasser des englischen Berichtes O'Brien hervor, da durch eine Vereinheitlichung des gesamten Materials viele Kosten erspart werden könnten. Im übrigen weist auch er auf die bekannten Vorzüge des elektrischen Betriebes hin, Ersparnisse von 10 bis 25 % im Gesamtaufwand für Lokomotivbetrieb und Instandhaltung selbst bei billiger Kohle, Möglichkeit der Verringerung des Lokomotivpersonals, 50 % höhere Fahrgeschwindigkeit gegenüber dem Dampfbetrieb ohne entsprechende Unkostenerhöhung, und ergänzt seine Ausführungen im Bericht noch dahin, dafs durch die Elektrifizierung viel Raum in den Bahnhöfen durch Fortfall der Kohlen- und Wasserstationen frei wird, der zu Erweiterungen verwendet werden kann.

Der amerikanische Bericht, von William S. Murray verfafst, läfst erkennen, dafs man sich in den Vereinigten Staaten für die allgemeine Landesversorgung mit Elektrizität auf den Dreiphasenwechselstrom 60 Per/Sek. einigen konnte und die mit Dampf betriebenen Bahnen Lokomotiven besitzen, die auf sämtlichen Bahnlinien verwendet werden können, dafs aber bezüglich der Vereinheitlichung der Systemwahl bei den fünf bestehenden elektrischen Überlandbahnen bisher noch nichts geschehen ist. Bekanntlich benutzt die New Haven Einphasenwechselstrom von 11000 V, die Great Northernbahn Dreiphasenwechselstrom von 11000 V, die New York Centralbahn Gleichstrom von 600 V, die Butt and Anaconda-Bahn Gleichstrom von 2400 V und die St. Paul-Bahn Gleichstrom von 3000 V. Empfohlen wird zur Vereinheitlichung der Systeme Einphasenwechselstrom oder Gleichstrom hoher Spannung und Strombezug aus bestehenden Kraftwerken. Doch grade in diesem letzten Punkt scheinen nach Mitteilungen in der Aussprache Schwierigkeiten zu bestehen, da die Werke den Strom für die Bahnen passend umformen müfsten und hierbei mehr Fragen wirtschaftlicher als technischer Art zu klären sind.

Von Italien war kein Bericht eingegangen, doch sprach Ingenieur Jacobini über die bereits weit vorgeschrittene Elektrifizierung der italienischen Staatsbahnen, von denen jetzt 1500 km mit 580 Lokomotiven elektrisch betrieben werden, die zu $^3/_4$ in Italien selbst gebaut sind. Mit dem Dreiphasensystem (3600 V, 16 Per/Sek.) sei man sehr zufrieden, die Lokomotiven seien für Personen- und Güterzugdienst typisiert. Neuere Versuche auf der Strecke Rom-Sulmona seien aufgenommen, um die Bahnenergie unmittelbar dem Industrienetz mit 45 Per/Sek., 60 kV Spannung zu entnehmen. Die neuen 2000 kW starken Lokomotiven haben am Fahrdraht 10000 V Spannung, der in einem ruhenden Transformator auf der Lokomotive auf 1000 V entspannt wird. Die Motoren arbeiten mit Zahnradvorgelege auf die Achsen, die Geschwindigkeit wird durch Schaltung der Motoren in Kaskade oder parallel mit Veränderung der Pole geändert. Es können damit bei der Güterzugmaschine die Fahrgeschwindigkeiten 37,5; 50; 75 km/h und bei der Schnellzuglokomotive aufserdem 100 km/h erreicht werden. Für Rückwärtsfahrt sind die Geschwindigkeiten 37,5 und 50 km/h möglich. Der Treibraddurchmesser ist bei der Schnellzuglokomotive 1630 mm, bei der Güterzuglokomotive 1360 mm. Das Dienstgewicht beträgt bei der ersteren 91 t, bei der letzteren 94,5 t. Beide Lokomotiven, sowie eine des älteren Systems, sind auf der Ausstellung zu sehen.

Sämtliche Berichte waren zu einem Generalbericht von Dr. E. Huber-Stockar, Bern, bearbeitet, der zu dem Ergebnis kommt, dafs die bisherigen Erfahrungen mit dem elektrischen Vollbahnbetrieb als gut zu bezeichnen sind. Nirgends haben sie in den Erwartungen enttäuscht und stehen heute in der Gunst des Publikums wie des Personals. Der wirtschaftliche Erfolg scheint hin und wieder nicht grofs genug im Verhältnis zu den finanziellen Lasten zu sein. Vielfach hängt dies mit den Kohlenpreisen der Gegenwart zusammen, bei denen der Dampfbetrieb auch kein schlechtes Ergebnis geliefert hätte. Privatbahnen müssen in erster Reihe darauf bedacht sein, mit der Umstellung ihrer Bahnen auf elektrischen Betrieb einen wirtschaftlichen Fortschritt zu erreichen, während bei Staatsbetrieben volkswirtschaftliche Gründe, wie Verringerung der Kohleneinfuhr zur Verbesserung der Handelsbilanz, Nutzbarmachung von Wasserkräften, Beschäftigung und Belebung von Industrie, Gewerbe und Handwerk u. a. mitsprechen können. Aber auch hier sei wegen der grofsen erforderlichen Geldmittel Vorsicht geboten und eine wirtschaftliche Verwendung derselben werde doch immer mehr oder weniger ausschlaggebend sein. Diese Betriebe aber, bei denen elektrischer und Dampfbetrieb in scharfem Wettbewerb zu einander stehen, seien die beste Grundlage für die Beurteilung der technischen wie der wirtschaftlichen Fragen. Erforderlich sei, dafs die praktischen Erfahrungen dieser Betriebe, wie überhaupt der bisher ausgeführten Elektrifizierungen, die sie mit ihren Einrichtungen in technischer Beziehung wie in ihren Verkehrsverhältnissen gemacht haben, möglichste Verbreitung finden. Zwar gebe die Literatur schon viele Unterlagen, doch sei ihre Benutzung durch die Verschiedenheit der Darstellung und der Methode erschwert, besonders wenn elektrischer Betrieb mit Dampfbetrieb verglichen werden soll. Aus diesem Grunde hat der Generalberichterstatter seinem Bericht als Anhang einen Entwurf zu einem Schema beigefügt, das derartigen Angaben als Grundlage dienen könnte. In der Aussprache hierzu wurde auf die Schwierigkeit der Beantwortung der Punkte 68 bis 70 hingewiesen, welche die Leistungen der Dampflokomotiven und der elektrischen Zugmittel betreffen, da sie in einfachen Zahlen ausgedrückt, keinen Vergleichsmafsstab geben. Die Leistungen lassen sich eindeutig nur aus Diagrammen herleiten, wie sie von Dr. Ing. Wichert in seinem Aufsatz in der Zeitschrift „Elektrische Bahnen", Heft 8, in Vorschlag gebracht wurden.

Im übrigen drehte sich die Aussprache in der Hauptsache um das für die Elektrifizierung zu wählende System, womit auch die Frage des Strombezugs zusammenhängt. Die Meinungsverschiedenheiten waren nicht gering. Die Elektrifizierung der Eisenbahnen ist noch zu jungen Datums; sie ist noch, wie Dr. Huber-Stockar mit Recht ausführte, in der Vervollkommnung und Entwicklung begriffen. Auch die technischen Einrichtungen liegen noch nicht fest. Dazu kommt, dafs die lokalen und wirtschaftlichen Verhältnisse für die Elektrifizierung der Eisenbahnen in den einzelnen Ländern sehr verschieden sind, so dafs es zu einem Welt-Einheitssystem wohl überhaupt nicht kommen dürfte. Betont wurde, dafs es auch dort, wo die Wahl eines bestimmten Systems schon vorliegt, für den Erfolg der Elektrifizierung weniger auf die Wahl des Systems, als auf die Güte der Ausführung ankommt. Die Elektrifizierung der Eisenbahnen sei eines der bedeutendsten Probleme der Wirtschaft und Technik. Es sei noch nicht alles erreicht, da das Gebiet zu verwickelt ist, aber es sei bereits viel erreicht. Es sei zu wünschen, dafs die Weltkraftkonferenz zur Elektifizierung der Eisenbahnen weiter arbeite.

Przygode, Regierungsbaumeister a. D.

Digitized by Google

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

2 E 1 - h 3 v Versuchslokomotive von Baldwin.

Die bisherigen amerikanischen Dreizylinder-Lokomotiven sind sämtlich von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft mit einfacher Dampfdehnung gebaut worden. Nunmehr hat auch Baldwin sich der Dreizylinder-Bauart zugewandt; im Gegensatz zu der bisherigen Ausführung verwendet er aber dabei Verbundwirkung in Verbindung mit hohem Kesseldruck.

Die Versuchslokomotive besitzt einen Kessel für 24,5 at Überdruck mit Wasserrohr-Feuerbüchse, ähnlich dem Brotankessel. Die Feuerbüchse besteht aus einem hohlen Stahlguſs-Grundring, der durch 100 Wasserrohre von je 102 mm Durchmesser mit den beiden Oberkesseln verbunden ist. Vorn steht der Grundring durch zwei Knierohre mit dem Langkessel in Verbindung. Der Regler sitzt, wie jetzt in Amerika vielfach üblich, in der Rauchkammer.

Die drei Zylinder sind aus Guſseisen in einem Stück hergestellt. Sie haben sämtlich denselben Durchmesser. Der innere Hochdruckzylinder treibt die zweite Kuppelachse an, die äuſseren Niederdruckzylinder wirken auf die dritte. Die Auſsenkurbeln sind um 90° gegeneinander und um je 135° gegen die Innenkurbel versetzt. Mit dieser Anordnung ergibt sich, solange die Lokomotive mit Verbundwirkung arbeitet, ein gleichmäſsiger Auspuff. Zum Anfahren wird mittels eines vom Führerstand aus zu bedienenden Ventils Hochdruckdampf in die beiden Niederdruckzylinder geleitet. Die Steuerung des Innenzylinders wird von auſsen abgeleitet, jedoch nicht, wie bei den Lokomotiven der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, vor den Zylindern, sondern hinter denselben. Die Hilfsmaschinen arbeiten sämtlich mit überhitztem Dampf, dessen Druck auf 17,5 at verringert ist; nur die Worthington-Wasserpumpe und die Strahlpumpe verwenden Naſsdampf von 24,5 at.

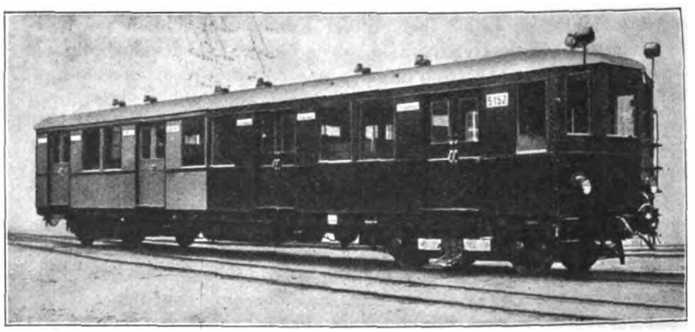
Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Kesselüberdruck	24,5	at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck d	1 × 686	mm
„ Niederdruck d_1	2 × 686	„
Kolbenhub h	813	„
Kesseldurchmesser vorn	2134	„
Feuerbüchse, Länge	3512	„
„ Weite	2439	„
Heizrohre, Anzahl	206	Stück
„ Durchmesser	57	mm
Rauchrohre, Anzahl	50	Stück
„ Durchmesser	140	mm
Rohrlänge	7010	„
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse einschlieſslich der Tragrohre für den Feuerschirm	72,0	m²
Wasserberührte Heizfläche der Rohre	411,0	„
Heizfläche des Überhitzers	126,0	„
„ — im Ganzen — H	609,0	„
Rostfläche R	7,7	„
Durchmesser der Treibräder D	1613	mm
Achsstand der Kuppelachsen	6960	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	13767	„
Reibungsgewicht G_1	152,5	t
Achsdruck des vorderen Drehgestells	26,4	„
„ der Schleppachse	28,1	„
Dienstgewicht der Lokomotive G	207,0	„
„ des Tenders	110,0	„
Vorrat an Wasser	45,5	m³
„ „ Brennstoff	14,5	t
H : R	79	
H : G	2,95	

(Railw. Age 1926, 1. Halbj., Nr. 33.) R. D.

Die neuen Personenwagen auf den elektrisierten nördlichen Vorortstrecken Berlins.

Von den nördlichen Vorortbahnen Berlins werden z. Zt. die Strecke Stettiner Bahnhof-Bernau ganz, die Strecke Stettiner Bahnhof-Oranienburg in einzelnen Zügen elektrisch betrieben, in denen die neuen, nach den bisherigen Betriebserfahrungen im wagenbaulichen und elektrischen Teil eingerichteten Wagen laufen. Die Abbildung zeigt den neuen Wagen im Fabrikat der Waggon- und Maschinenbau A.-G. Görlitz, die den Entwurf erstellte, während an der Lieferung mehrere deutsche Wagenbaufirmen beteiligt sind. Trieb- und Beiwagen sind wagenbaulich gleich und haben eine Länge von 17,5 m über Puffer gemessen bei 2,9 m Breite. Der Wagenkasten mit eisernem Gerippe ruht auf zwei Drehgestellen von 2,5 m Achsstand und 850 mm Raddurchmesser. Die Achsen laufen in Rollenlagern S.K.F. Norma, die Drehgestellrahmen sind durch Blattfedern abgefedert. Der Drehzapfen liegt auf quer zur Fahrtrichtung angeordneten Blattfedern und wird seitlich von je zwei Wickelfedern gestützt. Der Farbenton der Auſsenwände ist den Wagen der Hochbahngesellschaft entsprechend rot für die 2. Klasse und gelb für die 3. Klasse. Das Dach hat Korbbogenform und ist zur Lüftung des Wagens mit Wendler-Saugern versehen, die mit der inneren Entlüftung durch einen in der seitlichen Dachwölbung des Doppeldaches liegenden Zinkblechkanal verbunden sind. Sämtliche Seitenfenster sind herablaſsbar und haben Gewichtsausgleich nach Uerdinger Bauart. An jeder Längsseite befinden sich vier innenliegende, doppelflügelige Schiebetüren von 1200 mm Breite. Der Wagenboden aus feuerfestem Baustoff (Steinholz) ist so tief gelegt, daſs der Wagen unmittelbar vom Bahnsteig aus betreten werden kann. Die Sitze sind als Quersitze zu beiden Seiten eines Mittelganges angeordnet. An jeder Tür ist ein gröſserer Stehraum, dem die Rückenlehnen der Sitzbänke zugekehrt sind. Hinter dem Führerstand des Triebwagens befindet sich ein Gepäckabteil für Reisende mit Traglasten. Der Triebwagen führt nur 3. Wagenklasse, der Beiwagen ist durch eine Zwischenwand mit Drehtür in zwei Räume 2. und 3. Klasse geteilt. Die 3. Klasse hat Lattensitze aus poliertem Eschenholz, die 2. Klasse Flachbandfederpolster mit Plüschbezug. Der Sitzfuſs ist aus Blech gepreſst.



Der Wagen ist nach dem doppelten Zwecke, dem Stadt- wie Vorortverkehr zu dienen, entworfen worden. Ersterer verlangt groſses Fassungsvermögen mit vielen Stehplätzen, letzterer wegen der längeren Strecken mehr Sitzplätze. Je ein Trieb- und Beiwagen bilden eine Zugeinheit (Viertelzug) mit 104 Sitzplätzen und 280 Stehplätzen. Der Ganzzug besteht demnach aus acht Wagen, hat eine Gesamtlänge von 140 m, entsprechend der vorhandenen Bahnsteiglänge und fast 1600 Personen, etwa 50% mehr als die jetzigen Dampfzüge. Die Gliederung des Ganzzuges in selbständige Viertelzüge gibt dem Betriebe eine groſse Geschmeidigkeit, indem sich dieser leicht mit Viertel-, Halb-, Dreiviertel- und Ganzzügen dem jeweiligen Verkehrsbedürfnis anpassen kann. Beim Viertelzug befindet sich an jedem Zugende ein Führerstand, der alle zur Bedienung der Steuerung und Bremsung erforderlichen Einrichtungen enthält. Jeder Triebwagen hat vier Gleichstrommotoren von je 92 kW Stundenleistung mit einseitigem Zahnradantrieb, die nach Straſsenbahnart an jeder Achse aufgehängt sind. Der Strom wird ihnen aus einer neben den Fahrschienen liegenden Stromschiene in einer Spannung von 750 V zugeführt. Jeder Trieb- wie Beiwagen hat zwei Stromabnehmer in der AEG-Bauart, die sich gegenüber liegen. Eine unter dem Wagenboden durchgeführte Starkstromleitung verbindet sämtliche Stromabnehmer mit einander, um eine Stromunterbrechung an den Trennstellen der Stromschiene zu verhindern.

Die Steuerung der Motoren, von denen stets zwei hintereinander geschaltet sind, erfolgt selbsttätig mittels der auf Preſsluftschalter

Digitized by Google

wirkenden, von den Bergmann Elektrizitäts-Werken und den Maffei-Schwartzkopff-Werken durchgebildeten Druckknopfsteuerung. Der Fahrschalter im Führerstand besitzt ausschliefslich Steuerkontakte. Mit einem Schalthebel wird auf der halbkreisförmigen Platte des Fahrschalters die jeweilig erforderliche Marke für Rückwärts-, Null-, oder Vorwärtsstellung, letztere für 0,3 oder 0,5 m/sec² Beschleunigung, oder für Verschiebebewegungen eingeschaltet, und dann der in der Mitte befindliche Totmannskopf niedergedrükt und während des Fahrens festgehalten. Das unter dem Wagenboden befindliche Schaltwerk bewirkt dann selbsttätig das Ein- und Ausrücken der verschiedenen Schaltstufen bis zur höchsten Geschwindigkeit von 72 km/Std. in Parallelstellung der beiden Motorengruppen mit geschwächtem Magnetfeld. Der Vorteil dieser Steuerung liegt in einem sparsamen Stromverbrauch beim Anfahren und in der Verhütung übermäfsiger Stromstöfse.

Die Schalthebelstellung für Verschiebebewegungen gestattet, längere Zeit mit geringer Geschwindigkeit zu fahren, indem das Schaltwerk nur bis zur ersten Stufe schaltet. Neben dem Schaltwerk am Wagenboden ist der Fahrtwender zum Umschalten der Motoren auf Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, das Hauptmotorschütz- und das Überlastschaltwerk angeordnet. Das Auslösen des Überlastschalters wird im Führerstand durch rote und grüne Meldelampen je nach dem Wagen, in welchem es abgeschaltet hat, kenntlich.

Die Steuerstromleitungen liegen in einem durchgehenden Kabelkanal unter dem Wagenboden und werden zwischen den Wagen durch besondere Kuppelungen, wie die Starkstromausgleichleitungen gekuppelt. Die Bremsluftleitung und die Ausgleichleitung für die Hauptbehälter der Bremsluft zur Kunze-Knorr-P-Luftdruckbremse werden dagegen von selbst beim Einrücken der Scharfenberg-Mittelpufferkupplung gekuppelt. Der Beiwagen trägt die Motorluftpumpe.

Geheizt werden die Wagen durch 15 elektrische Heizkörper von 750 W Leistung, die unter den Bänken verteilt und in drei Stufen regelbar sind. Zur elektrischen Beleuchtung sind zehn Deckenbeleuchtungen mit je drei Lampen vorhanden, die in sechs Stromkreisen geschaltet sind. Ein siebenter Stromkreis dient zur Streckenbeleuchtung. Als Signalpfeife wird das Kruppsche Typhon benutzt.

Przygode.

Abnützung von Zahnradgetrieben bei Eisenbahnfahrzeugen.

Die Erfahrungen, welche die englische Südbahn mit mehreren hundert Zahnradgetrieben an elektrischen Triebwagen gemacht hat, scheinen zu lehren, dafs die grofse Genauigkeit, wie sie durch Schleifen erreicht wird, für diese Teile überflüssig und sogar nachteilig ist, da sie nur unnötige Herstellungs- und Unterhaltungskosten verursacht.

Die genannte Bahn hat 356 Getriebe mit gehärteten, aber nicht geschliffenen Rädern und Ritzeln seit zehn Jahren im Betrieb. Durch Schleifen hätte sich allerdings ein viel genauerer Eingriff erzielen lassen; die Radzähne zeigen über fünf oder sechs Zähne einen Gesamt-Teilungsfehler von etwa 0,2 mm, die Zähne der Ritzel Fehler im Parallelismus von etwa 0,13 mm. Der Eingriff des Getriebes wird jedoch sorgfältig überwacht und die Rad- und Ritzellager werden jeweils nach etwa 160 000 km Fahrt nachgestellt. Zur Schmierung wird eine mäfsige Menge Fett eingespritzt.

Diese Getriebe haben sich als zuverlässig erwiesen und laufen ruhig. Die Räder sind noch alle im Betrieb, die Zahnflanken noch in gutem Zustand. Die gröfste bis jetzt festgestellte Abnutzung der Zähne beträgt 0,2 mm. Die Ritzel zeigen eine etwas gröfsere Abnützung, jedoch nicht mehr als 0,25 mm, im Durchschnitt 0,2 mm. Nach vierjährigem Betrieb mufsten mehrere Ritzel wegen Materialfehlers, der sich durch geringes Abbröckeln der Zahnfläche an den Ecken bemerkbar machte, ausgeschieden werden.

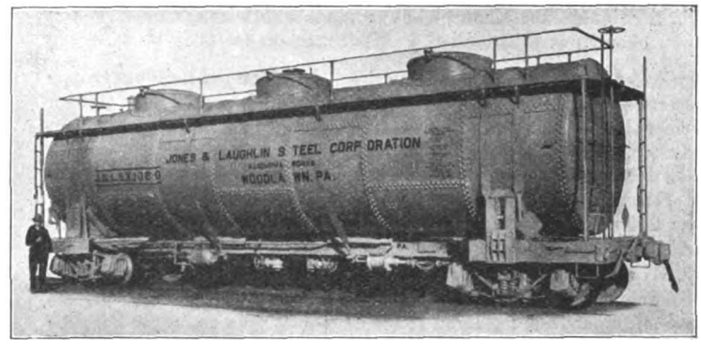
Im Gegensatz hierzu zeigt sich bei 496 Getrieben derselben Bahn, die geschliffene Räder aus bestem Material und von genauester Herstellung besitzen und erst seit kurzem laufen, schon jetzt eine starke Abnützung. Die Gründe für dieses merkwürdige Verhalten der beiden Räderarten sind noch nicht geklärt.

(Engineering 1926, Bd. 121, Nr. 3147.) R. D.

Grofse Kesselwagen.

Neun Kesselwagen (siehe Abb.) von aufsergewöhnlich grofsen Abmessungen lieferte kürzlich die Standard Tank Car Company in Charon an die Jones and Laughlin Steel Corporation in Pittsburg, die zur Teerbeförderung zwischen den Betriebsstätten dieses Stahlwerkes dienen.

Der aus sieben Schüssen bestehende Behälter fafst bei 13,1 m Länge und 2,7 m Durchmesser 75,7 m³. Die Blechstärke beträgt 14,3 mm. Zur Erwärmung des Fördergutes dient eine Heizleitung, welche in 16 Rohren von 51 mm Durchmesser etwa 20 m² Heizfläche hat. Mit



4430 mm Höhe und 3005 mm Breite wird das Lichtraummafs fast völlig ausgenutzt.

Der Rahmen von 13,5 m Länge stützt sich auf zwei zweiachsige Drehgestelle, von denen jedes mit Westinghouse-Luftdruckbremse versehen ist. Bei 40 t Leergewicht und 90 t Ladung beträgt der Achsdruck 32 t. Dementsprechend besitzen die Achsschenkel 165 mm Durchmesser und 305 mm Länge. M.

Gelenk-Dampftriebwagen der Bengal-Nagpur Bahn.

Um das Wenden an den Endstationen zu vermeiden hat die Bengal-Nagpur Bahn neue Dampftriebwagen für 1676 und 762 mm Spurweite in Dienst gestellt. Die Wagen sind nach der Bauart Sentinel aus drei statt wie bisher aus zwei Gliedern*) zusammengesetzt. Das Mittelteil ruht auf zwei Achsen und trägt den Kessel mit der Maschinenanlage. Die beiden Aufsenglieder enthalten die Räume für die Reisenden und das Gepäck. Sie ruhen einerseits auf dem Mittelteil, mit dem sie durch Faltenbälge verbunden sind; aufsen sind sie auf zweiachsigen Drehgestellen gelagert; der ganze Wagen läuft also auf sechs Achsen. An jedem Wagenende befindet sich ein Führerstand.

Der Wagen für Breitspur enthält bei rund 30 m Länge 24 Sitzplätze erster und 80 dritter Klasse, der Schmalspurwagen bei 21,5 m Länge 6 Sitzplätze erster und 35 dritter Klasse. Beide Wagen können in der Ebene Geschwindigkeiten von 55 bis 65 km/h erreichen und auf Steigungen bis 1:30 verkehren.

(The Railw. Eng. 1926, Juli.) R. D.

*) Vergl. Organ 1924, S. 392.

Betrieb in technischer Beziehung, Signalwesen.

Signale des elektrischen Zugbetriebes bei den Schweizerischen Bundesbahnen.

Nach der Einführung des elektrischen Bahnbetriebes ergab sich auch die Notwendigkeit bestimmte Zustände der Fahrleitung eindeutig zu kennzeichnen. Zu diesem Zwecke haben die Schweizerischen Bundesbahnen besondere Signale auf ihren sämtlichen elektrisch betriebenen Strecken eingeführt, die im Märzheft der „Elektrischen Bahnen" näher beschrieben sind. Bei allen Signalen ist der Grund gelb (in den Abbildungen durch Schraffierung wiedergegeben), das Signalbild schwarz.

1. Signal zur Kennzeichnung eines Fahrleitungsendes.

Dieses Signal, dessen Gröfse und Form aus Abb. 1, Pos. 2 zu ersehen ist, wird nur dort aufgestellt wo das Überfahren des Fahrleitungsendes einen Kurzschlufs oder eine Zerstörung der Stromabnehmer herbeiführen würde. Aufserdem wird in allen Fällen in den Stellwerken sowie bei örtlich bedienten Weichen der Stellhebel der Weichen auf der dem Beamten zugekehrten Seite gelb gestrichen, wenn durch das Umlegen die Weiche auf ein Gleis ohne Fahrleitung gestellt wird. Das Signal wird entweder an einem Fahrleitungsmast 3 bis 4 m über Schienenoberkante befestigt oder zwischen Tragseil und Fahrdraht aufgehängt.

Digitized by Google

2. Signale zur Kennzeichnung eines schadhaften Fahrleitungsstückes.

Schadhafte Fahrleitungsstellen, die zwar unter Spannung stehen können, von den Stromabnehmern aber nicht berührt werden dürfen, werden durch die in Abb. 1, Pos. 1, 2 und 3 angegebenen Signale gekennzeichnet. Sie werden 1 bis 2 m über Schienenoberkante an den Fahrleitungsmasten befestigt und können bei Nacht durch auffallendes Laternenlicht beleuchtet werden. Wenn ein Abschalten

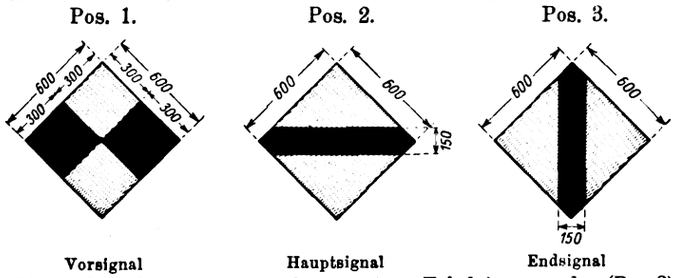


Abb. 1. Signale zur Kennzeichnung eines Fahrleitungsendes (Pos 2) oder eines schadhaften Fahrleitungsstückes (Pos 1 – 3).

sämtlicher Fahrleitungen einer Station oder einer Fahrleitungsgruppe notwendig ist, werden an den Hebeln der Einfahrsignale bzw. an den Weichenhebeln, welche die in die betreffende Gruppe führenden Weichen bedienen, Warnungstafeln angebracht und die Lokomotivführer durch einen besonderen Befehl darüber unterrichtet von welcher Stelle ab die Stromabnehmer gesenkt werden müssen. Das Vorsignal wird etwa 250 m und das Hauptsignal etwa 20 m vor der zu schützenden Stelle, das Endsignal etwa 20 m hinter derselben aufgestellt.

3. Signale zur Kennzeichnung einer Schutzstrecke.

Schutzstrecken werden da in die Fahrleitung eingebaut, wo diese mit einer fremden Bahn zusammenstöfst oder wenn die Parallelschaltung verschiedener Kraftwerksgruppen durch die Stromabnehmer eines elektrischen Fahrzeuges vermieden werden soll. Da das Hauptsignal am Anfang einer Schutzstrecke, das Endsignal am Ende derselben aufgestellt wird, zeigt die Rückseite eines Signals das Bild der Vorderseite des anderen (siehe Abb. 2). Die Signale werden an den

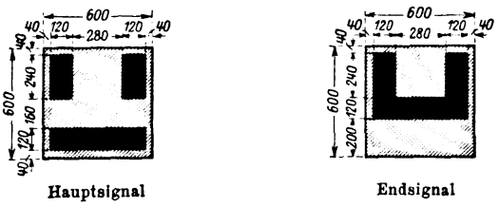


Abb. 2. Signale zur Kennzeichnung einer Schutzstrecke.

Querträgern befestigt und bei Nacht durch auffallendes Licht beleuchtet. Durch besondere Schaltungen kann die Schutzstrecke unter Spannung gesetzt werden, wenn einem in dieser Strecke stecken gebliebenen elektrischem Fahrzeug die Weiterfahrt ermöglicht werden soll.

4. Signal zur Kennzeichnung des stationsseitigen Endes einer Streckentrennung.

Das an den Fahrleitungsmasten befestigte Signal besitzt rechteckige Form in einer Gröfse von 200 × 600 mm und ist gelb gestrichen. Nachts wird es nicht beleuchtet. Bei ausgeschalteter Fahrleitung der freien Strecke dürfen elektrische Fahrzeuge nicht über das Signal hinausfahren.

5. Signal zur Kennzeichnung des elektrischen Spannungszustandes der Fahrleitung in Stationen mit durchgehenden Fahrleitungen der freien Strecke.

Derartige Signale sind erforderlich, wenn die Fahrleitung der einen der beiden Hauptgleise wegen eines dauernden Kurzschlusses an Erde liegt und die Gefahr besteht, dafs ein elektrisches Fahrzeug durch Befahren einer Weichenverbindung den Kurzschlufs auf das nicht gestörte Geleise überträgt. Es sind deshalb auf die Weichenlaternen solcher Weichenverbindungen gelbes Licht zeigende Sonderlaternen aufgebaut. Schn.

Funkverbindung zwischen Lokomotive und Zug.

In Amerika laufen die Gepäckwagen der Güterzüge in der Regel am Schlusse des Zuges. Da sämtliche Güterzüge schon seit vielen Jahren mit Druckluft gebremst werden, sind Bremserhäuser an den Wagen nicht vorhanden; das ganze Zugbegleitpersonal ist daher im Packwagen untergebracht und die Verständigung zwischen diesem und der Lokomotive wird mit dem Anwachsen der schon jetzt oftmals über 100 Wagen zählenden Güterzüge immer schwieriger.

Die New York-Central Bahn sucht diesen Mifsstand mit Hilfe der Funktechnik zu beheben. Sie hat vor kurzem einen Versuchszug bestehend aus 115 beladenen und leeren Wagen im Gesamtgewicht von 4 300 t vorgeführt, bei dem die Lokomotive und der Packwagen je mit einer Sende- und Empfangseinrichtung mit Lautsprecher ausgerüstet waren. Die erforderlichen Antennen waren auf dem Dach des Führerhauses bzw. rund um den Aufbau des Packwagens herum angebracht. Nachdem die Lokomotive sich vor den Zug gesetzt hatte, wurde sofort die Verbindung aufgenommen, die vorzüglich klappte und schon bei Vornahme der Bremsprobe erheblichen Zeitgewinn brachte. Auch während der Fahrt war die Verständigung dauernd gut; u. a. wurde eine Station, auf welcher fahrplanmäfsig zu halten war, auf Anruf vom Packwagen aus durchfahren. Bewerkenswert war auch beim Anfahren die Feststellung, dafs zwischen dem Zeitpunkt, in dem die Lokomotive anfuhr und der ersten Bewegung des Packwagens am Zugende eine Zeit von 26 Sek. verstrich. Schliefslich konnte auf einer Steilstrecke auch noch die Verbindung mit der Schiebelokomotive mühelos hergestellt werden. Diese letztere Möglichkeit könnte vielleicht auch für europäische Verhältnisse wertvoll sein. R. D.

(Railw. Age. 1926, 2. Halbj., Nr. 3.)

Buchbesprechungen.

Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege, insbesondere sein Wettbewerb und seine Zusammenarbeit mit den Schienenbahnen von Dr. Emil Merkert. Verlag von Julius Springer, 1926.

Der Verfasser beschäftigt sich im ersten Teil seiner interessanten Abhandlung mit dem allgemeinen und dem geschichtlichen Teil des Stoffes. Insbesondere leitet er den Ursprung der Kraftverkehrsgesellschaften von den Kriegs- und Nachkriegsorganisationen ab und kommt dann auf den Eisenbahnkraftwagenverkehr zu sprechen. Nach einem kritischen Rückblick auf die gesetzliche Regelung des Lastkraftwagenverkehrs (Kraftfahrlinien- und Kraftfahrzeugsteuergesetz, geht der Verfasser zum Hauptteil seiner Abhandlung, der Wettbewerbsfähigkeit des Lastkraftwagens mit der Eisenbahn über. Er vergleicht zunächst die beiden Verkehrsmittel hinsichtlich der Selbstkosten und dann hinsichtlich der Tarifkosten und kommt zu Ergebnissen für die Wettbewerbsgrenzen zwischen Eisenbahn und Kraftwagen, die zum Teil über die bisher angenommenen hinausgehen. Die Kosten für die Eisenbahnbeförderung, bei der der Verfasser sich teilweise statistischer Angaben aus der Inflationszeit bedient und diese auf Gold umrechnet, scheinen zum Teil zu hoch beziffert zu sein. Auch ist auf die „Mitläuferkosten", das sind die Kosten für geringe Verkehrsmengen, die auf der Bahn mit dem vorhandenen Betriebsapparat ohne nennenswerte besondere Aufwendungen bewältigt werden können, bei der Ermittlung der Wettbewerbsgrenzen nicht näher eingegangen worden. Im letzten Teil seines lesenswerten Buches bespricht der Verfasser, der ein warmer Freund des Kraftwagenverkehrs, insbesondere des Eisenbahnkraftwagenverkehrs zu sein scheint, die auf Grund seiner Rechnungen wirtschaftlich richtige Verteilung des Verkehrs zwischen Eisenbahn und Kraftwagen in Gebieten grofser und geringer Verkehrsdichte, sowie die Erschliefsung neuer Verkehrsgebiete mittels des Lastkraftwagens an Stelle der Eisenbahn. Lange, Reichsbahnoberrat.

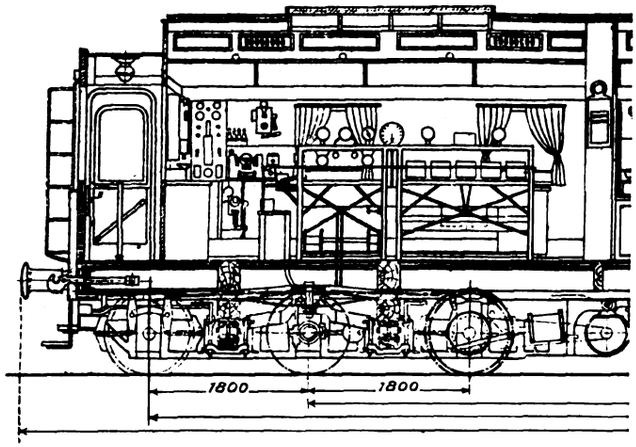
Technische Blätter der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

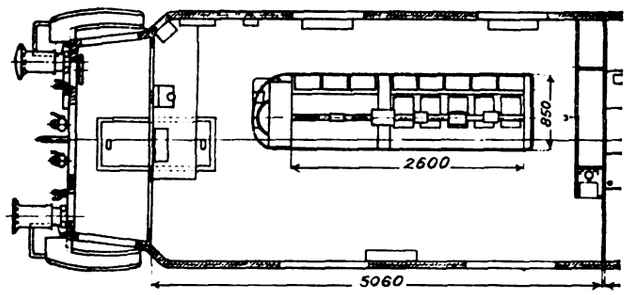
Dem Beispiel anderer Firmen der Grofsindustrie folgend, hat auch die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur es seit einiger Zeit unternommen, in zwanglos erscheinenden technischen Blättern technische Erläuterungen zu Ihren Erzeugnissen zu geben. Die bis jetzt erschienenen drei Hefte enthalten in vorzüglicher Ausstattung einen bemerkenswerten Aufsatz „Die Elektro-Lokomotive in ihrem mechanischen Aufbau"; — nachdem über 400 Elektrolokomotiven der verschiedensten Gattung und für die verschiedensten Verwendungszwecke schon aus den Werkstätten der Firma hervorgegangen, liegen der Veröffentlichung ja reiche Erfahrungen zugrunde; — dann über ein weiteres Spezialgebiet „Rotierende Krompressoren und Vakuumpumpen", ferner im dritten Heft einen gröfseren Aufsatz über die elektrischen Zahnradlokomotiven in ihrem mechanischen Aufbau.

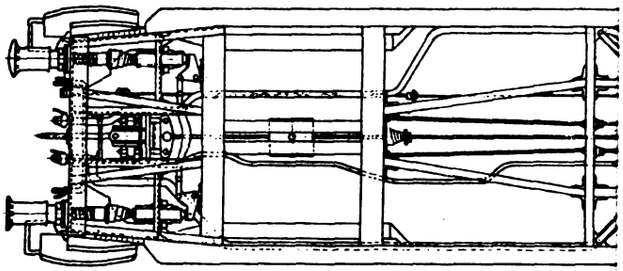
Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

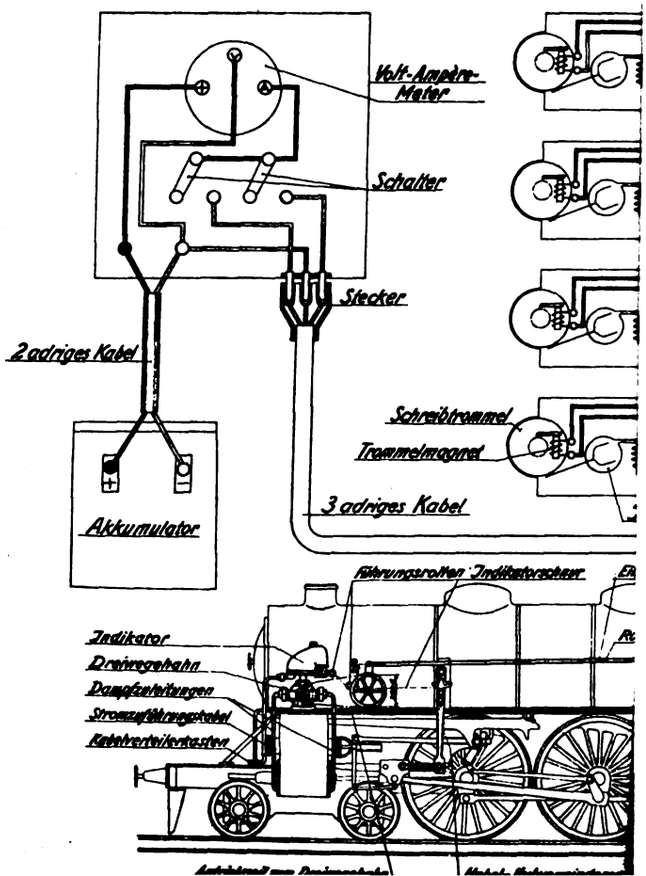
Digitized by Google

Abb









Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 15. November 1926 Heft 21

Oldenburgischer Oberbau mit eisernen Querschwellen auf eisernen Brücken.

Von Reichsbahnoberrat Schlodtmann in Oldenburg.

Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Tafel 36.

Im Bereiche der früheren Oldenburgischen Staatsbahnen, der jetzigen Reichsbahndirektion Oldenburg, wurden anfangs auf den eisernen Brücken in gleicher Weise, wie es bei den übrigen Eisenbahnverwaltungen üblich war und auch heute noch geschieht, die Schienen auf hölzernen Querschwellen verlegt. Die Verwendung hölzerner Querschwellen auf eisernen Brücken hat aber mancherlei Nachteile, die von der Oldenburgischen Eisenbahnverwaltung bald erkannt wurden und sie dazu führte, zweckmäfsigere und wirtschaftlichere Oberbauanordnungen auf ihren eisernen Brücken zu verwenden. Die Mängel der hölzernen Querschwellen auf eisernen Brücken bestehen im wesentlichen in folgendem:

a) Unter dem Einflufs der Witterung — Wärme, Kälte, Regen usw. — arbeitet das Holz, es reifst, es wirft sich, es quillt auf oder trocknet zusammen. Die Folge davon ist, dafs die Befestigungsteile sich lockern, die Höhenlage der einzelnen Schwellen wird ungleich, die Schwellen beginnen auf den Schwellenträgern, wie man zu sagen pflegt, unter den Betriebslasten »zu tanzen«, wodurch Schwellen, Schwellenträger, Befestigungsteile, Oberbau und Betriebsmittel geschädigt werden. Vielfach werden dann zum Ausgleich der Höhenlagen Unterlagen zwischen Schwelle und Schwellenträger eingelegt, die aber meist schlecht zu befestigen sind, sich daher auch bald lockern und an dem Tanzen teilnehmen.

b) Das Holz der einzelnen Schwellen ist, auch wenn für alle Schwellen die gleiche Holzsorte verwendet wird, nicht gleichmäfsig. Die einzelnen Schwellen arbeiten daher unter den Betriebslasten und unter dem Einflufs der Witterung verschieden stark, wodurch die unter a) genannten üblen Folgen noch verschlimmert werden.

c) Für die Befestigung der Holzschwellen auf den Schwellenträgern sind bei den einzelnen Eisenbahnverwaltungen recht verschiedene Anordnungen in Gebrauch, die aber fast sämtlich nicht recht befriedigen. Um eine einwandfreie Lösung hierfür zu finden, veranlafste vor etwa drei Jahren die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die Reichsbahndirektionen, neue Vorschläge für die Befestigung der hölzernen Querschwellen auf den Schwellenträgern zu machen. Von den Vorschlägen, die daraufhin eingereicht wurden, sind die anscheinend brauchbaren beim Neubau der aufserordentlich stark befahrenen Spreebrücke bei Station Bellevue auf der Berliner Stadtbahn probeweise ausgeführt worden, darunter auch ein Vorschlag der Reichsbahndirektion Oldenburg.

d) Die hölzernen Querschwellen sind dem Verbrennen ausgesetzt und können daher unter Umständen eine Betriebsgefahr verursachen. Auch wenn die hölzernen Querschwellen mit eisernen Blechtafeln — Warzenblechen oder dergl. — abgedeckt werden, ist diese Gefahr nicht ganz beseitigt, da die Blechtafeln z. B. bei Ausbesserungsarbeiten abgenommen werden müssen und dann wohl nicht für jeden Zug wieder aufgelegt werden. Es können auch seitlich des Schienenstranges Brände entstehen, wo eine Abdeckung mit Blechen wohl nur in seltenen Fällen vorhanden sein wird.

e) Die Befestigung der Schienen und Unterlagsplatten auf den hölzernen Schwellen geschieht mittels Schwellenschrauben, auch für die Befestigung der Schwellen auf den Schwellenträgern werden meistens Schrauben verwendet. Erfahrungsgemäfs beginnen die hölzernen Brückenschwellen dort abgängig zu werden, wo sich die Schraubenlöcher befinden, weil Wasser in die Löcher eindringt und weil die Schraubengewinde im Holze unter dem Einflufs der Betriebslasten arbeiten und die Holzfasern zerstören. Die Folge ist, dafs sich die Schrauben lockern, dafs sie im zerstörten oder angefaulten Holze nicht festgehalten werden können, und dafs die richtige Spurweite des Gleises auf der Brücke nur schwierig zu erhalten ist.

f) Um die Holzschwellen zu erhalten, müssen sie tunlichst oft mit Teer gestrichen werden. Geschieht dies in ausreichender Weise, so entstehen nicht unerhebliche Unterhaltungskosten, geschieht es aber nicht, so wird die Lebensdauer der Holzschwellen verringert. Ob eine Brückenschwelle noch längere Zeit ihren Zweck erfüllen kann, oder ob sie bereits so abgängig geworden ist, dafs sie alsbald ausgewechselt werden mufs, ist häufig schwierig zu erkennen, da eine Schwelle äufserlich noch brauchbar scheinen kann, während sie im Kern bereits faul ist. Umgekehrt kann auch eine Schwelle, die äufserlich abgängig erscheint, im Kern gesund sein. Es wird nicht selten vorkommen, dafs die Aufsichtsbeamten, um sicher zu gehen, Holzschwellen auswechseln lassen, die vielleicht noch längere Zeit hätten liegen bleiben können, oder das Erneuern innerlich faulender Schwellen unterlassen und somit einen betriebsgefährlichen Zustand des Brückengleises bestehen lassen.

Die vorstehend beschriebenen Mängel der hölzernen Brückenschwellen veranlafsten die Oldenburgische Staatsbahn bereits vor etwa 35 Jahren, von der Verwendung hölzerner Schwellen auf eisernen Brücken grundsätzlich abzusehen und zur Anwendung eiserner Querschwellen auf ihren eisernen Brücken überzugehen. Es fehlte damals noch an guten Vorbildern und Erfahrungen mit eisernen Brückenschwellen und es sind daher in Oldenburg zunächst Anordnungen gewählt worden, die inzwischen wieder verlassen und durch verbesserte Ausführungen ersetzt worden sind. Immerhin bestehen im Bereiche der Reichsbahndirektion Oldenburg auch heute noch eiserne Brücken, auf denen die vor etwa 35 Jahren verwendete Oberbauanordnung mit eisernen Querschwellen noch heute unverändert vorhanden ist und sich so gut bewährt hat, dafs zurzeit kein Anlafs besteht, sie durch die neuere, verbesserte Konstruktion zu ersetzen. Wo die ersten eisernen Querschwellen wieder beseitigt und neue in verbesserter Anordnung aufgebracht worden sind, handelte es sich fast durchweg um Schwellen aus zu schwachen Profilen, die bezüglich ihrer Tragfähigkeit den neuen schwereren Betriebslasten nicht mehr genügten. Die Auswechselungen sind also nicht erfolgt, weil sich die eisernen Querschwellen vielleicht an sich nicht bewährt hätten, sondern sie waren lediglich eine Folge der Einführung der schwereren Betriebslasten, die ja auch die Auswechselung zahlreicher für sie zu schwacher eiserner Brücken nach sich zog. Ein näheres Eingehen auf die zuerst verwendeten oldenburgischen Anordnungen erübrigt sich, da sie, wie gesagt, wieder verlassen und durch verbesserte Bauweisen ersetzt worden sind; ihre letzte Ausbildung ist in Abb. 1, Taf. 36 dargestellt:

Die Schwelle besteht aus einem Walzprofil mit dem Trägheitsmoment $J = 885\ cm^4$, dem Widerstandsmoment $W = 161\ cm^3$ und einem Gewicht von 39 kg/m. Die Schwellenträger werden

Digitized by Google

in etwa 1,5 bis 1,6 m Abstand von Mitte zu Mitte angeordnet. Die Schwellen ruhen unter der Schienenfufsbreite voll auf dem Schwellenträger auf und werden daher auf Biegung nicht beansprucht; sie haben nur den reinen Druck der Betriebsmittel auszuhalten. Zwischen Schwellenträger und Schwelle ist eine elastische Zwischenlage aus gepreſstem, imprägnierten Filz, aus Gewebebauplatte oder dergleichen eingefügt, um ein elastisches Befahren zu erreichen. Es liegen im Bezirke der Reichsbahndirektion Oldenburg solche elastische Zwischenlagen aus gepreſstem imprägnierten Filz der Filzfabrik Adlershof bei Berlin bereits seit etwa 23 Jahren im Betriebe und sie erfüllen noch heute ihren Zweck. Um eine gute Druckübertragung von der Schwelle auf die elastische Zwischenlage zu erreichen, erhalten die Schwellen an ihrer Unterseite in Gröſse der Zwischenlage eine Platte, für die sich eine Dicke von 12 mm als zweckmäſsig ergeben hat. Die Platte ist mit den unteren Flanschen der Schwelle vernietet und zwar werden die unteren Köpfe der Niete halbversenkt — Linsenkopf —, damit sie sich leicht in die elastische Zwischenlage einpressen können. Wenn die Schwellenträger aufgenietete Kopfplatten haben, müssen deren Niete, soweit sie sich unter den elastischen Zwischenlagen befinden, ebenfalls aus demselben Grunde halbversenkt sein. Eine völlige Versenkung der Nietköpfe ist nicht erforderlich. Die Befestigung der Schwellen auf den Schwellenträgern erfolgt durch Schrauben. Da sich die elastischen Zwischenlagen unter der Einwirkung der Betriebslasten etwas zusammendrücken, müssen die Schraubenmuttern von Zeit zu Zeit nachgezogen werden und zwar in der ersten Zeit häufiger, später nur noch bei den Hauptprüfungen der Brücken. Es empfiehlt sich, unter den Muttern der Befestigungsschrauben Bochumer Spannplatten oder gleichwertige gute Federringe mit groſser Federkraft zu verwenden, dann wird die Zusammendrückung der elastischen Zwischenlage gröſstenteils durch das Federspiel der Bochumer Spannplatten bzw. der Federringe unschädlich gemacht und gleichzeitig eine Muttersicherung erreicht.

Wenn auch die Befestigung der eisernen Schwellen durch je acht Schrauben in jeder Schwelle ausreichen würde, so ist es bei den oldenburgischen Bahnen doch üblich, die Schwellen zur gröſseren Sicherheit beiderseits mit kleinen kurzen Winkeleisen 60.60.10 mm zu versehen, die sich scharf gegen den oberen Flansch der Schwellenträger legen. Dadurch werden die Befestigungsschrauben bei etwaigen Seitenstöſsen der Lokomotiven entlastet und die Spurweite des Gleises völlig gesichert. Auf der Schwellendecke ruht die geneigte Hakenunterlagsplatte zur Aufnahme des Schienenfufses. Die Schienenbefestigung erfolgt in der üblichen Weise aufsen durch den eingewalzten, dem Schienenfufs genau angepafsten Haken, innen durch Klemmplatte und Hakenschraube.

Es hat sich im Laufe der Jahre gezeigt, dafs diese Anordnung, die bei zahlreichen eisernen Brücken der Reichsbahndirektion Oldenburg angewendet worden ist, gegenüber dem Oberbau mit hölzernen Brückenschwellen ganz erhebliche Vorteile besitzt, und dafs die vorstehend unter a) bis f) aufgeführten Mängel vermieden werden, denn

a) die eisernen Querschwellen leiden unter dem Einflufs der Witterung nicht mehr, als die übrige eiserne Brückenkonstruktion. Sie bilden in gleicher Weise einen Bestandteil der eisernen Brücken, wie die übrigen Brückenglieder und sie werden daher auch in derselben Weise behandelt. Sie werden bei den regelmäfsigen Untersuchungen der Brücke mit nachgesehen, sie erhalten dieselben Anstriche in den gleichen Zeiträumen, wie die Brückenteile im übrigen, und ihre Lebensdauer ist daher gleich derjenigen der eisernen Brücke. Eine kürzlich von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gehaltene Umfrage bei den einzelnen Reichsbahndirektionen über die Lebensdauer und die Unterhaltungskosten der Brücken hat folgende Durchschnittswerte aus den Beantwortungen ergeben:

Eiserne Brücken: Lebensdauer 60 Jahre. Jährliche Unterhaltungskosten 1,4 % des Beschaffungswertes.

Eichene Brückenschwellen: Lebensdauer 19,5 Jahre. Jährliche Unterhaltungskosten 3,9 % des Beschaffungswertes.

Kieferne Brückenschwellen: Lebensdauer 14 Jahre. Jährliche Unterhaltungskosten 5,65 % des Beschaffungswertes.

Hieraus ist zu erkennen, wie gering die Lebensdauer der hölzernen Brückenschwellen ist und wie hoch ihre Unterhaltungskosten sind gegenüber den Teilen der eisernen Brücken im übrigen, zu denen auch die eisernen Brückenschwellen gehören.

b) Der Werkstoff der eisernen Schwellen ist völlig gleichartig, alle unter a) und b) aufgeführten Mängel der Holzschwellen sind bei eisernen Schwellen mithin vermieden.

c) Die Befestigung der eisernen Schwellen auf den Schwellenträgern ist die denkbar einfachste; sie hält sich gut und kann nötigenfalls leicht reguliert werden.

d) Eine Feuersgefahr besteht bei eisernen Schwellen nicht.

e) Die Spurweite des Gleises läfst sich leicht und sehr genau herstellen und erhalten.

f) Etwa im Betriebe eingetretene Schäden an den Schwellen lassen sich bei Eisenschwellen sofort erkennen.

Etwaige besondere Vorzüge der Holzschwellen, wie elastisches Befahren, lassen sich auch bei Eisenschwellen durch zweckmäfsige Anordnung, Einlegen elastischer Zwischenlagen usw. erreichen. Das Geräusch ist beim Befahren der Brücken mit eisernen Schwellen dann kaum gröſser, als bei Brücken mit Holzschwellen.

Da die Walzwerke in neuerer Zeit die Schwellenprofile nicht mehr walzen, ist die Reichsbahndirektion Oldenburg beim Bau der neuen, 335 m langen Brücke über die Ems bei Weener dazu übergegangen, als Brückenschwellen ⊓ Eisen Nr. $23^1/_2$ — Wagenbauprofil — nach Abb. 2, Taf. 36 zu verwenden.

Diese Bauweise stellt nach Ansicht des Verfassers und nach den bisherigen Erfahrungen auf der Emsbrücke bei Weener eine weitere wesentliche Verbesserung der Oberbauanordnung mit eisernen Querschwellen auf eisernen Brücken dar, insbesondere auch deshalb, weil gängige ⊓ Eisenprofile verwendet werden können, und weil sich dabei die bewährte Anordnung des Reichsoberbaues O, d. h. des Oberbaues auf eisernen Schwellen mit Querrippen nach oldenburgischem Muster auch auf den eisernen Brücken durchführen läfst. Der Grundgedanke dieses Oberbaues besteht darin, dafs besondere Unterlegplatten vermieden sind und dafs die Schienen mittels wendbarer Klemmplatten in wagrechtem und senkrechten Sinne unter Vermeidung von Lochleibungsdrucken so fest mit der Schwelle verspannt werden, dafs Bewegungen der einzelnen Oberbauteile gegeneinander unter der Einwirkung der Betriebslasten nicht eintreten und damit jeder Verschleifs vermieden und die gute Lage des Oberbaues gesichert wird. Dieser Oberbau, der auf den Strecken der Reichsbahndirektion Oldenburg seit etwa elf Jahren mit bestem Erfolge verwendet wird und der inzwischen auch als Versuchsoberbau der Deutschen Reichsbahn eingeführt worden ist, empfiehlt sich wegen seiner einfachen und klaren Anordnung, der bequemen Verlegungsweise und seiner festen Lage (kein Wandern, obgleich Wanderschutzmittel nicht verwendet werden) ganz besonders auch für eiserne Brücken. Um den Verschleifs zwischen Schienenfufs und Schwellendecke zu vermeiden und um das Befahren noch elastischer zu machen, sind auch zwischen Schienenfufs und Schwelle elastische Zwischenlagen angeordnet. Die Schwellen erhalten einheitliche Lochung, die für jede Spurweite verwendbar ist. Die Regelung der Spurweite erfolgt durch Wenden oder Vertauschen der Klemmplatten nach einer ein für allemal festgesetzten Tabelle. Ein näheres Eingehen hierauf dürfte sich an dieser Stelle erübrigen, da diese Anordnung durch die Vorschriften des Reichsoberbaues und durch verschiedene Veröffentlichungen in der Fachliteratur, z. B. in

Digitized by Google

Heft 7 des diesjährigen Jahrganges dieser Zeitschrift, Seite 125, zur Genüge bekannt geworden ist. Im übrigen entspricht die Ausbildung im wesentlichen derjenigen in Abb. 1, Taf. 36. Der zur Befestigung der Schwellen dienende Flansch der Profileisen ist bei der ⊓ Eisenschwelle durch ein kurzes angenietetes Winkeleisen 75 . 75 . 12 mm ersetzt. Die runden Kanten der ⊓ Eisenflanschen werden um einige Millimeter abgefräſst, um die Auflagerfläche der Flansche zu vergröſsern und ferner, um zu erreichen, daſs die Höhe aller ⊓ Eisenschwellen genau gleich groſs wird. An den Schienenstöſsen werden die ⊓ Eisenschwellen so nahe aneinander gerückt, daſs ihr lichter Abstand gleich der Schenkellänge der Befestigungswinkel ist; jede der Stoſsschwellen erhält dann an der Seite des Schienenstoſses einen Befestigungswinkel nur von der halben Länge. Hierdurch wird nahezu dasselbe erreicht, wie bei der üblichen Doppelschwelle beim Oberbau mit eisernen Schwellen auf der freien Strecke.

Auf der Brücke über die Ems bei Weener haben die Schienen die senkrechte Stellung erhalten. Wenn auch auf der freien Strecke die Schienen die Neigung 1 : 20 erhalten, so hat doch die senkrechte Stellung auf die stets verhältnismäſsig kleine Länge der eisernen Brücken keine Bedenken. Auch in den Weichen stehen ja die Schienen senkrecht. Der Übergang in die geneigte Stellung macht an den beiden Brückenenden keine Schwierigkeit. Eine geneigte Stellung der Schienen kann auch auf den ⊓ Eisenschwellen angewendet werden, wenn zwischen den dachförmigen Querrippen gleichzeitig mit dem Herauspressen der Querrippen eine geneigte Auflagerfläche für den Schienenfuſs nach Abb. 3, Taf. 36 herausgepreſst wird.

Wie Versuche bei der Reichsbahndirektion Oldenburg erwiesen haben, hat die Auflagerung der Schiene in dieser Weise auf dem Steg der ⊓ Eisenschwelle keine Bedenken. Wenn bei der Emsbrücke bei Weener trotzdem der senkrechten Schienenstellung der Vorzug gegeben wurde, so geschah dies, weil die senkrechte Stellung doch als in statischer Hinsicht befriedigender angesehen wurde. Das Herauspressen der Querrippen, sowie der in 1 : 20 geneigten Schienenauflagerfläche zwischen den Querrippen führt die August-Thyssen-Hütte in Hamborn aus.

Besondere Aufmerksamkeit wurde bei der Brücke über die Ems bei Weener den Schienenstöſsen auf der Brücke zugewendet. Von einem Verschweiſsen der Schienenenden wurde abgesehen, weil der Schienenstoff beim Schweiſsverfahren leiden kann und weil im Betriebe beschädigte oder gebrochene Schienen — z. B. bei einer Entgleisung — sich sehr schwierig auswechseln lassen, wenn die Stöſse verschweiſst sind. Die Reichsbahndirektion Oldenburg wendet deshalb neuerdings auch auf den eisernen Brücken beim Schienenstoſs ein Verfahren an, das bei den Weichen der Reichsbahndirektion Oldenburg bereits seit etwa 15 Jahren mit bestem Erfolge durchgeführt worden ist. Es besteht darin, daſs die beiden Schienenenden durch mit Exzentern versehene Laschenbolzen ganz scharf zusammengepreſst werden. Die Schienenenden werden um etwa $^1/_2$ mm unterschnitten, d. h. der Schienenfuſs bleibt am Schienenende gegen den Kopf um $^1/_2$ mm zurück, damit das scharfe Zusammenpressen insbesondere am Schienenkopf zur Wirkung kommt. Die Schienen erhalten am Ende die normale Lochung, die Schraubenlöcher in den Laschen sind gegen die Schraubenlöcher im Schienensteg aber etwas versetzt. Beim Andrehen der Laschenschrauben legt sich der exzentrische Teil des Schraubenschaftes an den Schienensteg und preſst die Schienen dadurch so scharf zusammen, daſs dieselbe Wirkung erzielt wird, wie beim Verschweiſsen; die Kosten sind jedoch erheblich geringer und die Stoſsverbindung kann ebenso leicht, wie jede andere Stoſsverbindung mit Laschen durch die Oberbauarbeiter hergestellt und bei Bedarf wieder gelöst werden. Diese Stoſsanordnung ist im einzelnen aus der Abb. 4, Taf. 36 des näheren ersichtlich.

Bei den beweglichen Brückenlagern oder bei den Gerbergelenken der Überbauten werden Schienenauszüge notwendig, die sich bei Verwendung eiserner Schwellen ebenfalls ohne Schwierigkeiten und in zweckmäſsiger Weise ausbilden lassen. Die auf der Emsbrücke bei Weener getroffene Ausbildung ist in Abb. 5, Taf. 36 dargestellt.

Die Anordnung ähnelt derjenigen der Weichenzungen. Die Zungenschiene wird aus einer Blockschiene gebildet, die am anderen Ende in das Profil der anschlieſsenden Schiene ausgeschmiedet wird. Soweit eine Verschiebbarkeit zwischen der Zungenschiene und der abgebogenen Backenschiene möglich sein muſs, entfällt die feste Verspannung der Zungenschiene auf den Schwellen und es werden die eisernen Schwellen auf diese Länge ohne Querrippen verwendet. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit sind auf der Emsbrücke bei Weener auf die Länge der Schienenauszüge Leitschienen angebracht worden, die auf den Brücken im übrigen aber nicht verwendet worden sind.

Wird der Oberbau mit eisernen Schwellen auf eisernen Brücken in der vorbeschriebenen Weise in allen Teilen gut und zweckmäſsig ausgebildet, so bewährt er sich durchaus und vermeidet die zahlreichen Mängel, die dem Oberbau auf hölzernen Brückenbalken anhaften. Wer den vorzüglichen Oberbau auf der Emsbrücke bei Weener gesehen und genau geprüft hat, wird das gegen eiserne Brückenschwellen im allgemeinen noch bestehende Vorurteil bald verlieren. Verfasser würde es begrüſsen, wenn dieser Oberbau bald auch auf eisernen Brücken anderer Reichsbahndirektionen oder Eisenbahnverwaltungen verlegt würde, namentlich auf Brücken mit stärkerem Verkehr als auf der Emsbrücke bei Weener.

Bogenabsteckung mit Hilfe von Evolventenunterschieden.

Von Reichsbahnamtmann **M. Höfer**, Altona.

Hierzu Abb. 6 und 7 auf Tafel 36.

Zwischen dem von dem Landmesser Nalenz erfundenen Verfahren zur Ausgleichung der Krümmungsfehler und dem von mir in der Schrift: »Die Berichtigung der Krümmung in Gleisbogen« (Auflagerest im Selbstverlag) beschriebenen Verfahren besteht ein wesentlicher Unterschied, der noch nicht bemerkt worden zu sein scheint, weil die aus Nalenz' Feder stammenden Aufsätze: »Verfahren bei Wiederherstellung der Gleisachse in Krümmungen« in Heft 1 der Zeitschrift des Rheinisch-Westfälischen Landmesservereins vom Jahre 1898 und die »Erläuterungen zu der Anweisung für das Setzen von Guſsständern«, herausgegeben von der Königlichen Eisenbahndirektion Köln 1905, nur wenigen bekannt sind. Nalenz ging von Differentialformeln aus und übertrug die theoretischen Erkenntnisse, die er aus der Betrachtung unendlich kleiner Bogenstücke gewann, praktisch auf Bogenstücke von 20 m Länge. Das ist aber nicht statthaft. Nalenz trug die Pfeilhöhensummen als Höhen in den Messungspunkten auf: seine »empirische Linie« (die Krümmungslinie) liegt 2,5 m falsch zur Bogenlänge, alle Bogenendpunkte sind um 2,5 m falsch bestimmt. In meinem Bestreben, sein Verfahren mit geometrischen Anschauungen zu begründen, anstatt mit abgezogenen Begriffen zu arbeiten, erkannte ich diesen Irrtum; zugleich aber eröffnete sich mir ein unbegrenztes Anwendungsgebiet für den Grundgedanken, aus der Krümmungslinie Evolventen abzuleiten. Diese Erweiterung des berichtigten Verfahrens findet man in meiner Schrift unter Ziffer 22 angewendet zur Absteckung eines fehlerlosen Bogens von einem fehlerhaften aus ohne Beibehaltung der Bogenlänge. Derartige Aufgaben

Digitized by Google

hat Nalenz nie behandelt, hätte es auch nach seiner Auffassung nicht tun dürfen.

Die Tragweite des Gedankens möge durch einige Beispiele veranschaulicht werden. (Vergl. Abb. 6 und 7 auf Taf. 36).

1. Beispiel.

Abb. 6a, Taf. 36 stellt die zu lösende Aufgabe dar. Gegeben sei der mit unterbrochenen Linien gezeichnete fehlerhafte Bogen vom Halbmesser R mit seiner vielleicht auch fehlerhaften Berührungslinie und die voll ausgezogene Gerade, die an zwei in 30 m Entfernung voneinander liegenden Teilpunkten der Berührungslinie von dieser die Abstände 1,22 m und 1,59 m hat.

Abzustecken ist ein Bogen von unbekanntem Halbmesser r, der die Gerade berührt (mit Übergangsbogen) und bei einem gegebenen Punkt, der durch ein nahe stehendes Gebäude bedingt sein mag, in den Bogen R einmündet, der in seinem weiteren Verlauf zu berichtigen ist.

Die Abb. 6, Taf. 36 denke man sich auf Millimeterpapier gezeichnet. An der Schiene sind die Pfeilhöhen 20 m langer Bogenabschnitte in je 5 m Entfernung mit dem Pfeilhöhenmesser in Doppelzentimetern abgelesen, bei der Zusammenzählung aber um je 2 dcm gekürzt, um eine minder steile Krümmungslinie zu erhalten. Das ist zulässig, wurde auch schon von Nalenz geübt; denn der einzutragende Entwurf macht die gleiche Senkung mit; die Summenlinie bleibt genau die gleiche; nur die Berührenden an den Bogenenden liegen nun schräg in der Netzteilung des Papiers und zwar in diesem Falle mit der Neigung 2 : 5, wenn man den Höhenmafsstab 1 : 20 anwendet, also die in Doppelzentimetern gemessenen Werte als Millimeter aufträgt. Um negative Werte zu vermeiden, ist beim Zusammenzählen der Pfeilhöhen mit der Höhe 14,00 statt 0,00 begonnen worden. Der erste Teil des Feldbuches möge hier Platz finden:

1	2	3	4	5
km	h dcm	Σ h-2	Achse	Bemerkungen
		14,00		Linksbogen. Verschiebung bei km 0,190 = 1,22 „ „ 0,220 = 1,59
	0,08	12,08		
0,2 + 30	— 0,12	9,96		
	— 0,22	7,74		
+ 40	0,68	6,42		
	0,74	5,16		
+ 50	0,38	3,54		
	0,20	1,74		
+ 60	1,50	1,24		
	2,70	1,94		
+ 70	2,88	2,82		
	2,36	3,18		
+ 80	2,02	3,20		
	3,00	4,20		
+ 90	4,82	7,02		
	5,64	10,66		
0,3	5,32	13,98		
	4,78	16,76		
+ 10	5,24	20,00		

Von der hier sachlich nicht gebotenen Kürzung der Werte Σh wird Gebrauch gemacht, um dem Einwand zu begegnen, dafs die oft unbequem steile Steigung der Genauigkeit der Arbeit Abbruch tue; man kann jede Krümmungslinie in jeder beliebigen Steigung darstellen, sogar annähernd wagrecht.

Die Krümmungslinie ergibt den Linienzug a' b' f i. Bei km 0,5 soll der neue Bogen einmünden; bei km 0,22 soll das Gleis 1,59 m Abstand erhalten. Demnach ist die Aufgabe die: die Evolvente für die Bogenlänge a' f um 1,59 m zu verkleinern.*)

Man zeichnet eine Rechenskizze, Abb. 6b, Taf. 36. Die Fläche l m n o p l, deren Seite o p die Krümmungslinie ersetzt, entspricht der Fläche zwischen dem Linienzuge b' f, der als Auftraglinie benutzten Wagrechten, der 2,5 mm vor dem ersten mit der Höhe 14,00 aufgetragenen Punkt liegenden Senkrechten, die $1{,}4 + \frac{2}{5} \cdot 0{,}25 = 1{,}5$ cm lang ist, und der Höhe des Punktes f, die nach Eintragung einer Ausgleichlinie für die Reststrecke von f nach i (nach Augenmafs) mit 13,25 cm der Zeichnung entnommen ist.

Den Inhalt dieser Fläche kann man auf beliebige Weise ermitteln; man erhält sie genau, wenn man die Werte in Spalte 3 des Feldbuches bis zu dem zuletzt vor f aufgetragenen Punkt (km 0,495, aufgetragen bei km 0,4975) zusammenzählt. Man erhält in diesem Falle 3031,8 mm = 303,18 cm. Das ist die Länge eines Flächenstreifens von 0,5 cm Breite und gleichem Inhalt. Die Summenlinie liefert die doppelten Evolventenunterschiede im Mafsstab 1 : 20; man betrachtet sie daher als im Mafsstab 1 : 10 gezeichnet. (Der Längenmafsstab ist ein für allemal 1 : 1000.)

Wenn im folgenden kurz von »Flächen« die Rede ist, so wolle man darunter stets die Längen inhaltsgleicher Streifen von 0,5 cm Breite verstehen.

Die ermittelte Fläche von 303,18 cm drückt nun nicht die doppelte Evolvente aus, weil die Pfeilhöhen gekürzt sind; man mufs die Berührende l p der Abb. 6b, Taf. 36 bis q verlängern. Das Mafs n q wird wegen der Neigung 2 : 5 auf 28 cm Länge: 2/5 . 28 — 1,5 = 9,7 cm; die (doppelte) Fläche l m n q l ist 28 . (9,7 — 1,5) = 229,6, also die doppelte Evolvente p o q = 303,18 + 229,6 = 532,78 cm.

Das erstrebte Absinken der Summenlinie A' B' um 15,9 — — 12,3 = 3,7 cm auf 3 cm Länge erfordert eine gleichlaufende Verschiebung der Steigung a' b' nach a b um 3,7 : (2 . 3) = = 0,617 cm. Dadurch wird in der geometrischen Auffassung die Verkleinerung des Mittwinkels ausgedrückt; denn die Höhen der Krümmungslinie stellen den durchlaufenen Mittwinkel im Bogenmafs zum Halbmesser 10 m dar. Die Drehung des Berührungshalbmessers in der Randzeichnung 1 beträgt 0,37 cm auf 30 m. Der Winkel im Bogen von 10 m Halbmesser mifst demnach 10 . 0,37 : 30 = 0,1233 m = 12,33 cm, die im Mafsstab 1 : 20 als 0,617 cm erscheinen.

Von der Fläche (im oben angegebenen Sinne) p o q ist hiernach der 0,617 cm breite Parallelstreifen von 28 cm Länge mit 2 . 28 . 0,617 = 34,55 cm abzuziehen. Übrig bleiben 532,78 — — 34,55 = 498,23 cm; diese müssen wegen der verlangten Verschiebung von 1,59 m bei dem Punkte *l* um 15,9 vermindert werden. Der Rest von 482,33 mufs den Inhalt des Dreiecks o s q', vermehrt um die Fläche zwischen der Parabel und ihren Berührungslinien bei s, darstellen.

Um die Länge dieser Parabel zu bestimmen, ermittelt man den der Steigung s o entsprechenden Halbmesser zunächst roh, indem man den Inhalt 482,33 durch die Grundlinie o q' = = 13,25 + 9,7 — 0,617 = 22,333 teilt. Man erhält die Höhe (den wagrechten Abstand des Punktes s von o q') zu 21,6 cm. Die (hier nicht dargestellte) Eintragung in die Hauptzeichnung ermöglicht die Ablesung des Halbmessers als Schattenlänge einer Steigung des Entwurfs gegen die 2 : 5 geneigte Berührungs-

*) Die Abbildungen sind auf 1/3 der Vorlagen verkleinert.

Digitized by Google

linie bei 5 cm Höhenentwicklung. Der Halbmesser wurde zu 490 m bestimmt. Er erfordert einen Übergangsbogen von l = 80 m Länge.

Da der Punkt s etwas näher an o q heranrücken mufs, wodurch s o steiler, also der Halbmesser kleiner wird, kann man nach Schätzung etwas unter den roh ermittellten Wert heruntergehen, etwa auf 470.

Der Inhalt des Parabelwinkels bei s der Abb. 6 b, Taf. 36 wird $\frac{1}{12} \cdot 8^2 \cdot \frac{5}{4,7} = 5,67$ cm. Für den Inhalt des Dreiecks s o q' bleiben 482,33 — 5,67 = 476,66 cm übrig. Teilt man diesen Wert abermals durch 22,333, so erhält man für den Abstand des Punktes s von o q' das endgültige Mafs 21,34 cm.

Hiernach ist der Punkt d der Abb. 6, Taf. 36 eingetragen und mit f verbunden; dann ist der Übergangsbogen c e eingezeichnet worden. Die Summenlinie ergibt den Linienzug A' B' F I. Der Punkt F sollte auf der Wagrechten durch A B D liegen, deren Lage durch die Sollverschiebungen 1,22 und 1,59 bestimmt ist. Infolge kaum zu vermeidender zeichnerischer Ungenauigkeiten erscheint er 6 mm (= 6 cm der Wirklichkeit) zu hoch. Man wird diese 6 cm unbedenklich auf die mehr als 200 m lange Bogenstrecke D F, deren Endpunkt D der Lotpunkt von d ist, verteilen durch geradlinige Verbindung. Von F nach G ist eine schwach gewölbte Parabel mit Berührung an D F und von G nach I eine ebensolche mit Berührung an die Parabel F G und an die Wagrechte durch I gezeichnet.

Die Abstände des Linienzuges A B D F G I von der Summenlinie liefern die Absteckmafse im Mafsstab 1 : 10.

Die Messung der Pfeilhöhen eines Bogens von rund 500 m Länge, einschliefslich der Einteilung der Schiene in 5 m-Abschnitte erfordert höchstens drei Stunden unter Mitwirkung zweier Mefsgehilfen; die Anfertigung der Zeichnung auf Millimeterpapier nebst den bescheidenen Berechnungen soll auf acht Stunden veranschlagt werden (ich habe rund fünf Stunden gebraucht). Am zweiten Tage nach der Aufnahme kann die neue Gleisachse lediglich mit Hilfe einer Mefslatte abgesteckt werden. Der Vergleich mit der Absteckung nach anderen Verfahren mag dem Leser überlassen bleiben.

In dem von Reichsbahnoberrat Wöhrl in Heft 2 des Organs (1926) erwähnten Fall, dafs die Drehung oder gleichlaufende Verschiebung der Berührungslinien nur wenige cm beträgt, fällt auch noch die Rechnung fort; man hat den Linienzug für die berichtigte Lage (A F I) nur entsprechend an die Summenlinie heranzuführen. Ein solches Beispiel kann hier in einfarbigem Druck wegen der häufigen Überschneidung der Linien nicht gezeigt werden.

In Ziffer 29 meiner Schrift hatte ich empfohlen, fehlerhafte Bogenenden erst berichtigen zu lassen oder mit dem Theodoliten beobachten zu lassen. Bei Benutzung des in Ziffer 27 beschriebenen Pfeilhöhenmessers, den ich erst kurz vor der Drucklegung des Buches erfand, ist das nicht nötig, weil man negative Pfeilhöhen unmittelbar messen kann. Die Ziffer 29 ist versehentlich in der Handschrift stehen geblieben.

2. Beispiel.

Abb. 7, Taf. 36 zeigt den ersten Teil des im ersten Beispiel benutzten Bogens, ist aber aus ungekürzten Pleilhöhen gezeichnet. Es soll angenommen werden, dafs der Punkt g' der Krümmungslinie I nicht verschoben werden darf, dafs aber eine Drehung um diesen Punkt möglich ist. Ferner soll an dieser Stelle der Halbmesser künftig 500 m betragen, etwa weil eine Weiche mit gekrümmtem Stammgleis eingebaut werden soll; der erste Teil des Bogens soll aus irgendwelchen Gründen den Halbmesser 350 m erhalten.

Um Raum für den Übergang aus dem Bogen von 350 m in den von 500 m Halbmesser zu behalten, wählt man den Bogenwechsel in angemessener Entfernung von g'. Die Schattenlänge von g' sei etwa 3 cm (= 30 m der Wirklichkeit). Die Höhe e h mufs (beim Höhenmafsstab 1 : 20) $\frac{10}{7}$ x, also $ig' = \frac{10}{7} x + 3$ werden. Die Inhalte der Parabelwinkel a b c und d e f, deren letzter negativ auf die Evolventenfläche wirkt, sind bekannt (7,62 und 0,57 cm, vergl. den Aufsatz des Verfassers im Organ, Jahrg. 1921, S. 297). Die beizubehaltende Gesamtfläche a i g' a ist durch Zusammenzählung der Werte aus Spalte 3 des Feldbuches zu 124,2 cm ermittelt worden. Man hat die Inhaltsgleichung:

$$7,62 + \frac{10}{7} x^2 + \left(\frac{20}{7} x + 3\right) . 3 - 0,57 = 124,2 \text{ zu lösen.}$$

Daraus ergibt sich x = 6,203, folglich h e = 8,86 und i g = = 11,86 cm

Die Summenlinie I wölbt sich über der Wagrechten A G. Ob die ganz einseitige Verschiebung örtlich möglich ist, ist eine Frage für sich; wenn sie nicht möglich ist, sind jedenfalls die gestellten Bedingungen auch mit keinem anderen Verfahren erfüllbar. Hier sollte nur gezeigt werden, dafs Krümmungslinie und Entwurf einen Zwangpunkt nicht gemeinsam zu haben brauchen, sofern eine Drehung der Berührungslinie im Zwangpunkt statthaft ist. Im ersten Beispiel lag Punkt f auch nicht auf der Krümmungslinie.

3. Beispiel.

Die Krümmungslinie II ist wiederum die gleiche. Es soll angenommen werden, dafs der Punkt o die Mitte einer 30 m langen Brücke sei. Eine Drehung ist ausgeschlossen. Die Verschiebungen sollen möglichst klein werden.

In diesem Falle mufs der Entwurf sich möglichst mit der Krümmungslinie decken, soweit die Brücke reicht. Den Brechpunkt n des Entwurfs nimmt man nahe bei der Brücke an, weil die Steigung n o sich dem unteren Teil der Krümmungslinie schlecht anpafst; je eher man diese ungünstige Steigung verläfst, um so kleiner werden die Verschiebungen. o q, n p und die Schattenlänge von n o sind nach der Zeichnung bekannt, folglich auch der Inhalt des Trapezes n o q p, also auch der des Dreiecks l n p mit dem Parabelwinkel k l m; denn die Fläche k m o q k mufs wie im zweiten Beispiel 124,2 sein. Da der Inhalt des Parabelwinkels von der noch unbekannten Steigung l n abhängt, ermittelt man wie im ersten Beispiel zuerst einen Näherungswert für l p, dann den Inhalt des Parabelwinkels und darauf den ganauen Wert für l p. K O ist die Summenlinie zu dem darüberstehenden Schaubilde.

Wenn im weiteren Verlaufe des Bogens noch andere Zwangpunkte liegen, ist darauf schon beim Entwurf Rücksicht zu nehmen. Der in die Summenlinie einzutragende Parabelzug darf keinen Knick enthalten; benachbarte Parabeln müssen sich stets berühren.

Da man den Entwurf in der Krümmungslinie beliebig oft knicken, aufserdem durch Parabelzüge in der Summenlinie die Einzelstrecken weiter unterteilen, sich also dem örtlichen Zustand beliebig eng anpassen kann, ist keine Aufgabe denkbar, die nicht mit Hilfe von Evolventenunterschieden zu lösen wäre, wenn sie überhaupt lösbar ist und keine Widersprüche in den Bedingungen enthält.

Zur Erkennung der Eigentümlichkeiten eines Bogens ist m. E. keine Darstellung geeigneter als die Krümmungslinie. Man bedenke, dafs die Summenlinien auf der Tafel die Lageabweichungen im Mafsstab 1 : 10 zeigen. Ein geometrischer Plan, der dasselbe leisten sollte, müfste für den rund 500 m langen Bogen des ersten Beispiels 50 m lang und etwa 25 m hoch sein.

Digitized by Google

Ziele und Wege der Verschiebetechnik.

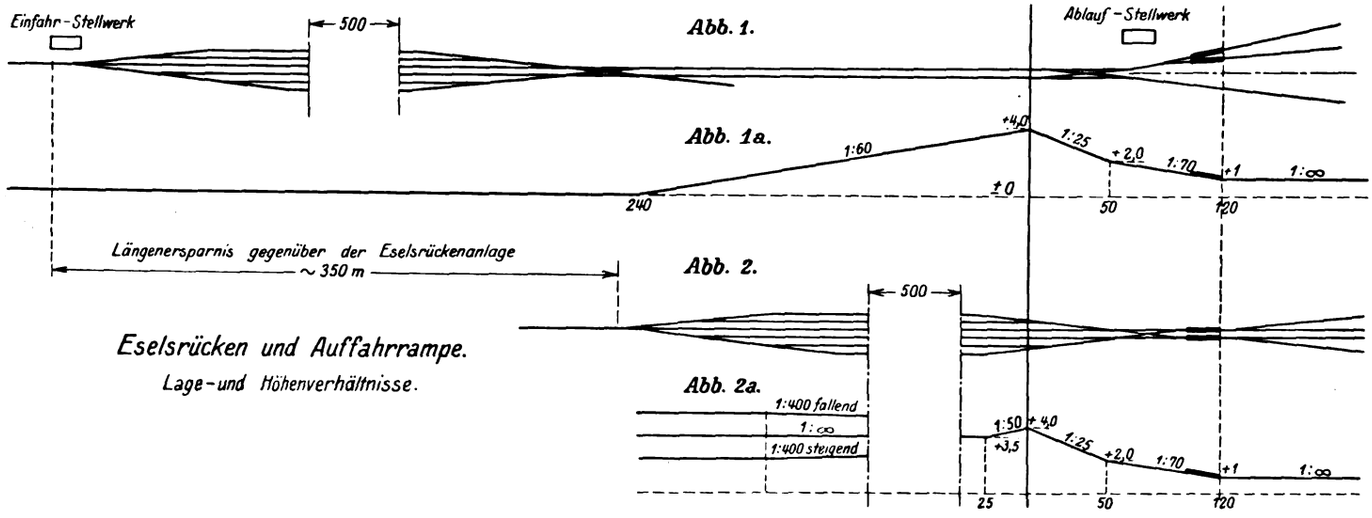
Von Dr. Ing. Derikartz, Koblenz.

Unter derselben Überschrift hat Herr Dr. Ing. Bäseler, München in Heft 12 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens vom 30. Juni 1926 einen Aufsatz über den heutigen Stand dieses wichtigen Gebietes veröffentlicht, der sich auch mit der von mir vorgeschlagenen Gestaltung der Auffahrrampe und dem ortsfesten Antrieb befafst. Die Ausführungen verlangen nach verschiedener Richtung hin Ergänzungen, wenn nicht ein unzutreffendes Bild sowohl in betrieblicher als auch in wirtschaftlicher Hinsicht entstehen soll. Zuvor mögen einige grundsätzliche Bemerkungen gestattet sein. Wer die Erörterungen, die sich mit der Verbesserung der Umbildungsarbeit befassen, verfolgt, wird sich des Eindrucks nicht erwehren können, dafs die Aufgabe vielfach nicht auf den allgemeinen Rahmen eingestellt wird, der m. E. eigentlich erforderlich wäre. Bei aller Berechtigung der Bestrebungen, die Einzelvorgänge betrieblich und wirtschaftlich zu verbessern darf das Hauptziel nicht aus dem Auge gelassen werden, sämtliche Arbeitsvorgänge im Zusammenhang organisch so umzugestalten und aufeinander einzustellen, dafs sie sozusagen zwangläufig ineinandergreifen, die Durchflufsgeschwindigkeit durch die verschiedenen Zonen tunlichst gleich, jedenfalls aber so abgestuft wird, dafs Verzögerungen eines Arbeitsvorganges durch andere in der Regel ausgeschlossen sind. Die Gründe für diese Beschränkung sind verschiedene. Einmal liegen sie darin, dafs die Einstellung auf Neuerungen umfassender Art, die ganz mit dem Althergebrachten brechen, langsam vor sich zu gehen pflegt, zum anderen aber auch, dafs die wirtschaftliche Lage der Nachkriegszeit, die die meisten Anregungen und Vorschläge auf diesem Gebiet gebracht hat, umfassenden Umgestaltungen der Verschiebeanlagen oder gar neuen wenig günstig ist. Dem entspricht es ja auch, dafs die bisher ausgeführten Verbesserungsvorschläge sich durchweg nur mit einem Hauptarbeitsvorgang befassen. In dieser Beschränkung auf Einzelheiten liegt zweifellos eine gewisse Gefahr für die Entwicklung des ganzen, sicher auf gesunder Grundlage beruhenden Gedankens, den gesamten Umbildungsvorgang fliefsend zu gestalten und, wie es Professor Blum einmal kurz ausgedrückt hat, den ganzen Zerlegungs- und Zugbildungsvorgang von einer Hand steuern zu lassen. Nicht zuletzt, weil auf den bisherigen Wegen der volle wirtschaftliche Erfolg schwerlich zu erzielen sein wird, der doch in letzter Linie die treibende Kraft für die Einführung aller Neuerungen darstellt. Die Einführung der Fliefsarbeit erfordert, alle Arbeitsvorgänge aufeinander abzustimmen und für alle Zonen der Umbildungsanlage Einrichtungen zu schaffen, die diese Abstimmung nach Art und Zeitaufwand ermöglichen. Soll die Umbildungsanlage im ganzen eine Art Maschine werden, so müssen es auch alle ihre Teile sein. Hierfür ein Beispiel. Es steht m. E. in keinem richtigen Verhältnis, wenn Anlagen vorgeschlagen und ausgeführt werden, die die Zerlegungszeit eines Zuges auf fünf bis sechs Minuten herabdrücken, während das Heranbringen des nächsten an den Ablaufpunkt — also ein an sich viel einfacherer Vorgang — die doppelte Zeit erfordert. Gewifs kann man einwenden, dafs die Verbesserung des einen Arbeitsvorganges immerhin die Gesamtleistung verbessert, ob aber der Aufwand wirtschaftlich gerechtfertigt sein dürfte, wenn man das Ganze betrachtet, dürfte doch mindestens zweifelhaft sein. Ähnliches könnte über die Arbeitsvorgänge gesagt werden, die das Zusammenfassen der neu geordneten Wagen (Zugbildung) umfassen, wenn auch hier die Zeitersparnis nicht eine derartig ausschlaggebende Rolle spielt, wie bei den ersten. Um so mehr Bedeutung haben diese Arbeitsvorgänge aber nach der wirtschaftlichen Seite hin. Alle drei Hauptarbeitsvorgänge, die Zuführung, Zerlegung und Zugbildung und die zu ihrer Durchführung erforderlichen Einrichtungen müssen nach betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten gewürdigt werden. Hierin hängen besonders die beiden ersten sehr eng zusammen; beides wird sich praktisch vielfach überdecken. Im Prinzip kann man es jedoch auseinander halten. Dem besonderen Zweck dieser Ausführungen entsprechend soll im folgenden von dem Arbeitsvorgang die Rede sein, mit dem die Züge der Zerlegungszone (Schaltzone) zugeführt werden. Bei den zur Zeit im allgemeinen üblichen Berganlagen werden die Einfahrgleise mittels Weichenstrafsen zusammengeführt zu einem oder auch zwei Gleisen, die dann in einer Neigung von in der Regel 1 : 60 auf den Ablaufberg (Eselsrücken) heraufgeführt werden (vergl. Abb. 1). Während die Ablauframpe im Lauf der Zeit bei sehr vielen Anlagen verbessert worden ist im Sinne einer Anpassung von Höhe und Neigungen an die Ergebnisse ablaufdynamischer Untersuchungen, ist auf der Zuführungsseite meist alles beim alten geblieben. Wenn ein Ablaufberg von 4 m Höhe angenommen wird, so ergibt sich hier eine Rampe von 240 m Länge. Die Gesamtlänge von der Einmündung der Streckengleise in die Einfahrgruppe bis zum Ablaufpunkt beträgt also bei einer Anlage, wie sie in Abb. 1 dargestellt wird (sechs Einfahrgleise), rund 1100 m. Diesen Weg mufs die Verschiebelokomotive, nach dem sie einen Zug abgedrückt hat, zunächst zurücklegen, ehe sie an den nächsten Zug gelangen kann. Vorher mufs zwischen dem Leiter des Ablaufgeschäftes und dem Stellwerk am Eingang der Einfahrgruppe eine Verständigung herbeigeführt werden. Nachdem die Lokomotive gewechselt und sich hinter den nächsten Zug gesetzt hat, beginnt das Hochdrücken, wobei die Hälfte des Zuges in die Neigung 1 : 60 gelangt. Diese Vorgänge erfordern bis zum Ablauf des ersten Wagens in der Regel etwa zehn Minuten. Dem entspricht ja auch die praktische Regel, dafs bei bisherigen Ablaufberganlagen mit einer Stundenleistung von drei Zügen gerechnet wird. Bei ungünstigen Verhältnissen (unsichtigem Wetter usw.) dauern die Vorgänge naturgemäfs noch länger. Eine Einschränkung des Zeitaufwandes ist möglich, wenn man eine zweite Lokomotive einstellt, die hinter dem nächsten abzudrückenden Zug bereit gestellt wird, während der vorhergehende abläuft, und zwar um die Zeit, welche die Verständigung der beiden mitwirkenden Stellen über den Rücklauf und das Umsetzen der Verschiebelokomotive erfordert. Die Verbesserung geht aber auf Kosten der Wirtschaftlichkeit; eine zweite Lokomotive stellt eine aufserordentliche wirtschaftliche Belastung dar. Die geschilderten Verhältnisse haben ihren letzten Grund in der Lokomotive als Abdrückeinrichtung, sie sind daher betrieblich auch nicht merkbar zu verbessern, solange mit Lokomotiven gearbeitet wird. Fernverständigte und ferngesteuerte Lokomotiven verbessern den Betrieb nur insofern, als der Rangierleiter im ersten Falle besser wirkende und von Witterungsverhältnissen unabhängige Signale zur Verfügung hat und im zweiten Falle diese Signalgebung überhaupt zum Teil wegfällt, nämlich soweit er in der Lage ist, die Bewegungsvorgänge selbst zu steuern. Das gilt ohne weiteres für den Abdrückvorgang selbst. Nicht beseitigt werden aber auf diesem Wege die Notwendigkeit der Verständigung mit dem Stellwerk am Eingang beim Wechseln der Lokomotiven und die hiermit und nach dem Wechseln selbst verbundenen Zeitverluste. Eine fühlbare Verminderung des Gesamtzeitaufwandes ist auch hier wieder nur möglich, wenn zwei Lokomotiven eingestellt werden, naturgemäfs auf Kosten der Wirtschaftlichkeit.

Eine grundlegende Verbesserung dieser Dinge verlangt zweierlei; einmal eine Gestaltung der Auffahrrampe (Zuführungszone) die es ermöglicht, die abzudrückenden Züge vor Beginn des Abdrückens ohne Störung des Abdrückgeschäftes bis an den

Digitized by Google

Brechpunkt heranzubringen, so dafs unmittelbar, nachdem ein Zug abgefahren ist, der zweite folgen kann. Hierdurch wird ein stetiger Flufs der Arbeit ermöglicht, der es gestattet, die günstigen Eigenschaften der verbesserten Ablauframpe auszunützen. Zweitens mufs die Bewegungseinrichtung der Zuführungszone in wirtschaftlich tragbarer Form gestatten, das Abdrücken jederzeit einzuleiten. Beide Aufgaben löst die Form der Auffahrrampe, die zwar vor meinen Veröffentlichungen über dieses Gebiet ausgeführt worden ist (Wedau, Sinsen, Duisburg usw.), auf deren günstige Eigenschaften nach der besprochenen Seite hin, ich aber zuerst hingewiesen zu haben glaube, und zwar im Zusammenhang mit dem ortsfesten Antrieb für diese Zone. Es ist hierzu nicht erforderlich, wie Dr. Bäseler sagt, jedem Gleis einen besonderen Berg zu geben, sondern der Brechpunkt wird lediglich in die Einfahrgruppe hineingelegt, wodurch die zusammenfassenden Weichen in die Ablauframpe zu liegen kommen. Ein Vergleich der Abbildungen 1 und 2 zeigt die verschiedenen Anordnungen. Auch die Ablaufstrecke wird nicht im eigentlichen Sinne vergröfsert, denn sie ist im wesentlichen abhängig von der Höhe und Neigung der Ablauframpe, sie wird nur gegen die Einfahrgleise hin verschoben. Hierdurch tritt gegenüber den üblichen Anlagen die Änderung ein, dass die Zerlegungsweichen nicht so hoch in die Ablauframpe hinaufgerückt werden können, wie Eselsrückenanlagen das gestatten und wie es auch zur Erzielung schnellster Wagenfolge an sich erwünscht ist. Die tiefere Lage der Hauptspaltungsweichen bedingt allerdings wieder ein, wenn auch geringfügiges Abrücken der Weichenentwicklung der Sammelzone vom Ablaufpunkt gegenüber der Eselsrückenanlage, durch die allerdings die Laufweite der Wagen unter Umständen etwas verlängert wird; praktisch dürfte das aber keine Rolle spielen. Jedenfalls müssen die Vor- und Nachteile beider Formen sorgfältig gegeneinander abgewogen werden und zwar unter dem Gesichtspunkt der Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage. Ich habe bereits früher darauf hingewiesen, dafs vielleicht mit Rücksicht auf die gröfseren Ablaufgeschwindigkeiten, die tiefere Lage der Hauptspaltungsweichen in Kauf genommen werden kann. Jedenfalls dürfte aber die geringe Verschlechterung in der Zeitfolge der ablaufenden Wagen lange nicht so ins Gewicht fallen wie die Verbesserung bei der Zuführung und die dadurch zu erzielende Zeitersparnis. Wirtschaftlich fällt auch noch ins Gewicht, dafs man mit zwei Gleisbremsen auskommen kann, während bei früherer Spaltung der Gleise bei gleicher Gleiszahl mindestens vier erforderlich sind, weil die Bremsen am Fufs der Steilrampe liegen müssen. Im übrigen glaube ich, dafs es auch noch einen Weg gibt, beide Vorteile mit einander zu vereinen, auf den vielleicht demnächst näher einzugehen sein wird. Die vorgeschlagene Form der Auffahrrampe ermöglicht es weiter, die Einfahrgleise auf die Höhe der Ablauframpe hinaufzuführen und so das Arbeitsvermögen der auslaufenden Züge zur Erreichung dieser Höhe auszunützen, oder sogar neben dieser Ausnützung den Zuführungsgleisen ein dem Lagerreibungswiderstand entsprechendes Gefälle zum Brechpunkt hin zu geben (vergl. Abb. 2a). Die auch bereits an anderer Stelle besprochene günstige Einwirkung auf die Längenausdehnung der ganzen Anlage geht aus den Abbildungen hervor, sie beträgt bei den angenommenen Verhältnissen rund 350 m. Ganz besonders günstig sind die Auffahrrampen für Anlage und Betrieb ortsfester Antriebe. Einmal gestatten sie Kreuzungen der Zugseile mit Weichen wenigstens für die Mehrzahl der Gleise zu vermeiden. Die Zahl der Gleise, für die das möglich ist, hängt ab von der Höhe und Neigung der Ablauframpe. Mafsgebend ist, dafs die Gleisbremsen am Fufs der Ablauframpe und zwar am Ende des Steilgefälles liegen müssen. Von hier aus ergibt sich rückwärts bei gegebener Neigung und Höhe der Ablauframpe und gewähltem Weichenwinkel die Zahl der Gleise, deren Weichenverbindungen in der Ablauframpe unterzubringen sind. Ich habe festgestellt und bereits früher darauf hingewiesen, dafs bei einer Höhe von vier Metern, bei den heute üblichen Neigungen und bei einem Weichenwinkel 1 : 9 sich bis zu sechs oder bei Anwendung von Doppelweichen bis zu acht Gleise innerhalb der Ablauframpe anschliefsen lassen. Bei Verwendung von Steilweichen läfst sich die Zahl noch erhöhen, andernfalls mufs bei den äufsersten Gleisen die Durchführung der Seile durch einfache Weichen in Kauf genommen werden. Im allgemeinen kann man auch wohl annehmen, dafs man mit acht Einfahrgleisen in der Regel auskommen wird, besonders wenn man die bessere Ausnützung durch Verkürzung der Zuführungs- und Zerlegungszeit berücksichtigt. Es wird ja doch praktisch möglich sein, die gesamte Behandlungszeit eines Zuges, soweit Zuführung und Zerlegung in Frage kommen, auf etwa fünf bis sechs Minuten herunterzudrücken. Die ortsfesten Antriebe können jeweils hinter die eingefahrenen Züge gesetzt werden und diese Züge bis zum Brechpunkt vorholen, ohne das Abdrückgeschäft zu unterbrechen. Unmittelbar nach dem letzten abgelaufenen Wagen kann das Abdrücken des nächsten beginnen. Die fliefsende Arbeit ist erreicht. Auch das Rücklaufen der Druckwagen in die Arbeitsstellung erfolgt ohne jede Störung des Ablaufvorganges. Ich glaube mit diesen Ausführungen, die vielleicht für den Kenner der Verhältnisse etwas eingehend waren, mir aber doch erforderlich erschienen, um Mifsverständnisse auszuschliefsen, bewiesen zu haben, einmal, dafs mit Auffahrrampen im Zusammenhang mit ortsfesten An-



Digitized by Google

trieben eine Anpassung der Leistung der Zuführungszone an neuzeitlich ausgestatteten Ablauframpen zu erzielen ist und zweitens, dafs ortsfeste Antriebe für die Zwecke der Zuführungsgleise betrieblich jedenfalls der Lokomotive überlegen sind und zwar auch elektrischen und ferngesteuerten Lokomotiven, wenigstens wenn nur eine Lokomotive verwendet werden soll. Arbeiten zwei Lokomotiven auf einer Auffahrrampe nach Abbildung 2, so sind betrieblich die gleichen Ergebnisse zu erzielen. Über die wirtschaftliche Seite werden noch besondere Ausführungen erforderlich sein.

Als Zuführungseinrichtung für Umbildungsanlagen in der Ebene (also z. B. des zwangläufigen Ablaufs nach Bäseler) ist auch der ortsfeste Antrieb zweckmäfsig zu verwenden; wenn hier allerdings nur mit einer Ablaufhöhe von 50 cm gearbeitet werden soll, so wird bei mehreren Zuführungsgleisen die Durchführung der Zugseile durch Weichen erforderlich, wenn man nicht den ortsfesten Antrieb bis vor die Weichen durchführen will und die letzten Wagen jeweils durch die Lokomotive des nächsten Zuges abdrücken lassen oder eine besondere Winde verwenden will.

Zum Schlufs noch einige Worte über die wirtschaftliche Seite. Es ist zu unterscheiden zwischen sachlichen Betriebskosten und denen, die der Personalaufwand bedingt. Nehmen wir die letzteren zuerst. Der ortsfeste Antrieb erfordert an sich überhaupt keinen besonderen Personalaufwand, der ortsfeste Motor bedarf keiner dauernden Wartung. Für Beseitigung etwaiger Störungen dürfte höchstens ein Teil eines Kopfes anzusetzen sein. Die Steuerung geschieht bekanntlich durch den Rangierleiter selbst. Da die ferngesteuerte Lokomotive nach den Angaben Dr. Bäselers mit einem Mann besetzt werden mufs, ist sie zunächst in dieser Hinsicht dem ortsfesten Antrieb unterlegen. Das Heranfahren der Druckwagen an die Züge kann unter der Leitung des Schlufsschaffners jedes Zuges erfolgen, der auch die Kupplung übernimmt. Mit den Rangierleiter kann er sich in einfachster Weise durch Fernsprecher oder besondere elektrische Signale, mit denen er das Heranfahren und Halten des Druckwagens regelt, verständigen. Da das Vorfahren und Kuppeln mit dem Zuge unmittelbar nach der Einfahrt erfolgen kann, ist eine nennenswerte zeitliche Mehrbelastung des Schlufsschaffners durch diese Arbeit nicht gegeben. Der wesentliche Unterschied gegenüber jeder Lokomotive liegt darin, dafs der ortsfeste Antrieb zwangläufig mit dem durch den Rangierleiter gesteuerten Motor verbunden ist, während die ferngesteuerte Lokomotive ein freizügiges Fahrzeug bleibt und eine Aufsicht deswegen schlecht entbehren kann. Wie überhaupt eine ferngesteuerte Lokomotive im Betriebe arbeiten soll, bedarf m. E. noch einer besonderen Prüfung. Wenn der Rangierleiter, der die Lokomotive steuert, die nicht zwangläufigen Bewegungen nicht übersehen kann, so ist doch eine Verbindung zwischen dem auf der Maschine befindlichen Aufsichtsbeamten und dem Rangierleiter erforderlich. Die eigentliche Steuerung erfolgt also tatsächlich durch diesen Aufsichtsbeamten und der Rangierleiter steuert nur nach dessen Aufträgen. Ob es unter diesen Umständen nicht einfacher ist, die Lokomotive durch den auf ihr befindlichen Mann steuern zu lassen, erscheint mir noch prüfungsbedürftig. Jedenfalls ist der Vorteil der ferngesteuerten Lokomotive, der in der Freizügigkeit erblickt werden könnte, dadurch aufserordentlich eingeschränkt, dafs die Verwendung für andere Zwecke als für das reine Abdrücken der Züge wegen der geschilderten Umstände aufserordentlich erschwert ist.

Was die sachlichen Betriebskosten anbelangt, so ist der ortsfeste Antrieb gegenüber Lokomotiven und auch ferngesteuerten Lokomotiven insofern im Vorteil, als er für die Kraftübertragung von der Reibung und damit auch von Witterungseinflüssen (nasse Schienen, Schnee, Glatteis usw.) unabhängig ist. Er braucht infolgedessen auch kein oder doch nur verschwindend wenig totes Gewicht mitzuschleppen. Infolgedessen wird die maschinelle Leistung wesentlich geringer sein können.

Ich habe hierüber bereits in der Sonderausgabe der Verkehrstechnischen Woche »Verschiebebahnhöfe« Bd. 2, 1925 einige Zahlen mitgeteilt, die kurz wiederholt seien. Die Untersuchung ist durchgeführt worden für 1:400 steigende, wagrechte und 1:400 fallende Zuführungsgleise. Der maschinelle Aufwand für einen Zug von 1200 t Gewicht und 8 ‰ Widerstand in der Wagrechten geht aus folgender Tabelle hervor;

Neigung:	erforderliche Leistungen:
1:400 steigend	177 kW oder rund 240 PS,
1:00	137 kW oder rund 186 PS,
1:400 fallend	110 kW oder rund 150 PS.

Eine Gegenüberstellung der sachlichen Betriebskosten von Lokomotive und ortsfestem Antrieb im ganzen, also einschliefslich Beschaffungskosten, Verzinsung, Tilgung und Erhaltung usw. habe ich in der V. W. 1924, Heft 24, gegeben in dem Aufsatz »Bewegungseinrichtungen auf Verschiebebahnhöfen in technischer und wirtschaftlicher Beleuchtung«. Die Untersuchungen beziehen sich auf Dampflokomotiven und haben eine Ersparnis von über 50 v. H. bei Verwendung ortsfester Antriebe für diese Arbeitsvorgänge nachgewiesen. Bei elektrischen Lokomotiven oder solchen mit Verbrennungsmotoren werden die Dinge günstiger liegen; jedoch werden sie an ortsfeste Antriebe auch nicht herankommen, einmal wegen des Personal- und Unterhaltungsaufwandes und zweitens weil das tote Gewicht einen gröfseren Arbeitsaufwand erfordert.

Zum Schlufs möchte ich die Bedingungen noch einmal anführen, die ich s. Zt. in betrieblicher und wirtschaftlicher Beziehung für einen Antrieb zum Abdrücken der Züge aufgestellt habe. a) Der Antrieb mufs auf wirtschaftlichste Art erfolgen. Die Antriebmaschine mufs einen möglichst hohen Wirkungsgrad haben und mit geringstem Personalaufwand bedienbar sein. Die Antriebskraft darf nur dann in Anspruch genommen werden, wenn Arbeit zu leisten ist, d. h. wenn ein Zug abzudrücken ist. b) Der Antrieb mufs vom Stande des Rangierleiters möglichst von diesem selbst zu regeln sein; Signale dürfen beim Abdrücken des Zuges nicht erforderlich sein. c) Der Antrieb mufs, was die Sicherheit anbelangt, dem Lokomotivantrieb gleichwertig sein; vor allem mufs der Rangierleiter den Zug jederzeit voll in der Gewalt haben, er mufs seine Geschwindigkeit regeln, den Zug zum Halten bringen und nötigenfalls rückwärts bewegen können.

Vom heutigen Standpunkt aus gesehen, mufs noch eine weitere Bedingung hinzugefügt werden: Im Zusammenhang mit einer geeignet ausgebildeten Auffahrrampe mufs der Antrieb in der Lage sein, eine stetige Zuführung der abzudrückenden Züge zum Ablaufpunkt zu gewährleisten mit einer Geschwindigkeit die der Leistungsfähigkeit der Ablauframpe entspricht.

Soweit ich die Dinge übersehe, scheint es mir, als wenn diese Bedingungen vollständig bisher nur mit Auffahrrampen der vorgeschlagenen Form in Verbindung mit ortsfesten Antrieben zu erfüllen sind.

Dynamik des Eisenbahnoberbaues.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Saller.

Am Schlusse eines Aufsatzes über »Eiserne Bahnbrücken unter bewegter Last« im Organ 1925, Heft 6, wurde eine mir von Herrn Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr. Zimmermann zugekommene Bemerkung verwertet. Darnach erweist sich die Differentialgleichung, die in meiner Schrift »Einflufs bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken« (S. 73) für die

Digitized by Google

Wirkung der mit einer gewissen Geschwindigkeit auftretenden Einzellast auf den beiderseits frei aufgelagerten Träger gegeben wurde, als völlig identisch mit der Grundgleichung, die Dr. Zimmermann seiner bekannten, bedeutsamen Schrift »Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last« (S. 5) durch Ableitung mit Hilfe des Satzes von der Fliehkraft aufgestellt hat. Es war dies keineswegs unmittelbar zu erkennen. Dr. Zimmermann hat diesen Nachweis damals in die Worte gekleidet, dafs man dieselbe Differentialgleichung erhält, ob man zur Ableitung den Satz von der Zentrifugalkraft oder die allgemeinen Bewegungsgleichungen der Dynamik benutzt. Wegen dieser immerhin bemerkenswerten Beziehung sei noch die Angabe nachgeholt, auf welche Weise ich eigentlich zu dieser Gleichung, die Dr. Zimmermann auf dem Umwege über den Satz von der Fliehkraft fand, unmittelbar gekommen bin. Es möchte dieser Weg um so mehr angegeben werden, als er auf einem überaus einfachen Gedankengang beruht und nach den nachfolgenden Darlegungen geeignet erscheint, zur Aufstellung einer ganzen Reihe von Differentialgleichungen zu dienen, mit denen im Verein mit den Formeln, die im Organ 1922, Heft 6, und dann wieder 1926, Heft 8, aufgestellt wurden, das gegeben sein dürfte, was man als eine »Dynamik des Eisenbahn-Oberbaues« bezeichnen könnte.

Der Vorgang der Bewegung der Eisenbahnverkehrslast und ihrer Einwirkung auf den Oberbau kann auch erhalten werden, wenn die Last ortfest und die Fahrbahn mit der Geschwindigkeit, die eigentlich der Last zukommt bewegt gedacht wird. Damit wird also sozusagen die Fahrbahn unter der ortfesten Last mit der Geschwindigkeit der letzteren durchgezogen. Dieses »Durchziehen« der Fahrbahn unter ortfest gedachter Last kommt in der Differentialgleichung darin zum Ausdruck, dafs die Eigenschaften der Fahrbahn dieser Bewegung entsprechend veränderlich eingeführt werden. Es wird also z. B. am Gleisstofs, um den es sich im folgenden handeln soll, nachdem das durchgehende Gleis schon an den oben angegebenen Stellen behandelt wurde, die sogenannte Wiederherstellungsziffer, Direktionskraft, oder wie wir sie heifsen wollen, den Verhältnissen am Gleisstofs entsprechend veränderlich eingeführt. Im Organ 1922, Heft 6, wurde schon darauf hingewiesen, dafs es sich bei den Schwingungen am Eisenbahnoberbau um einen Grenzfall der aperiodischen Bewegung der gedämpften Schwingung und um eine sehr starke Dämpfung handelt und dafs daher in die Differentialgleichungen einer Dynamik des Oberbaues die Dämpfung eingeführt werden müsse. Die Differentialgleichung einer Schwingung unter der ortfesten Last P lautet damit

$$m\frac{d^2y}{dt^2} + k\frac{dy}{dt} + Ky = P, \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

wobei m die schwingende Masse = Last + umgerechnete Eigenmasse des Ober- und Unterbaues, k die Dämpfungsziffer, die im Organ 1922, Heft 6, zu $k = 2\sqrt{mK}$ angegeben wurde, und K die Wiederherstellungsziffer ist. Wenn wir K in Gl. 1) einen Augenblick als Festwert annehmen, was es nach dem folgenden allerdings nicht ist, so ist eine Lösung der Differentialgleichung 1) nach bekannten Verfahren möglich. Sie lautet: $y = (C_1 + C_2\,t)\,e^{-\sqrt{\frac{K}{m}}\,t} + \frac{P}{K}$. Dafs sie stimmt, ist leicht durch Bildung des ersten und zweiten Differentialquotienten und Einsetzen in 1) zu überprüfen:

$$\frac{dy}{dt} = e^{-\sqrt{\frac{K}{m}}\,t}\left(-\sqrt{\frac{K}{m}}\,C_1 + C_2 - C_2\,t\right),$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = e^{-\sqrt{\frac{K}{m}}\,t}\left(\frac{K}{m}\,C_1 - 2\sqrt{\frac{K}{m}}\,C_2 + \frac{K}{m}\,t\,C_2\right).$$

Die Festwerte C_1 und C_2 ergeben sich einfach aus den Anfangsbedingungen, die bei jedem aus Ruhe in Schwingung versetzten Gebilde bestehen, nämlich $y = o$, $t = o$ und $\frac{dy}{dt} = o$. Damit ergibt sich $C_1 = -\frac{P}{K}$ und $C_2 = -\frac{P}{\sqrt{Km}}$ und hieraus

$$y = \frac{P}{K}\left(1 - e^{-\sqrt{\frac{K}{m}}\,t}\left[1 + \sqrt{\frac{K}{m}}\,t\right]\right) \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

Die Umrechnungsziffer des Teiles von m, der sich auf den Oberbau bezieht, wird sich zwischen 0,2356 (s. d. Verfassers »Einflufs bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken« S. 30) und 0,31736 (Organ 1922, Heft 6, S. 81) bewegen. Beide Werte sind von der Art des Oberbaues unabhängig. Die Umrechnungsziffer 0,2356 ist für den Gelenkstofs die gleiche wie für das Anlaufende der Schiene. Nur bezieht sie sich beim Gelenkstofs auf die doppelte Länge (beim Anlaufende $\frac{\pi L}{2}$, beim Gelenkstofs πL). Beim Gelenkstofs ist also mit doppelter Masse gegenüber einem Anlaufende zu rechnen.

Die Differentialgleichung 1) kann im Sinne der obigen Ausführungen auf alle Fälle angewendet werden, in denen der Weg des Lastangriffspunktes, der für die veränderliche Wiederherstellungsziffer bezeichnend ist, bekannt ist. Da dies aber nach Dr. Zimmermann, »die Berechnung des Eisenbahnoberbaues«, für alle am Gleisstofs vorkommenden Fälle möglich ist, so können auf Grund einfachen Gedankenganges sämtliche Differentialgleichungen für eine Dynamik des Gleisstofses angeschrieben werden.

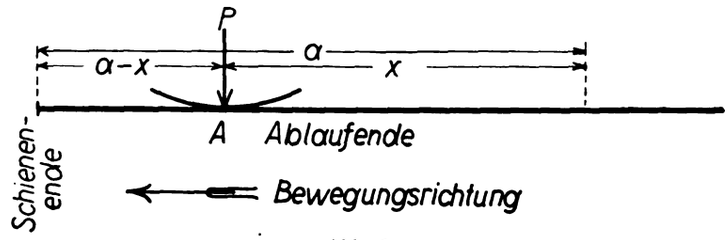


Abb. 1.

Für das unverlaschte »Ablauf-Ende« (Abb. 1) des auf Langschwellenoberbau umgerechneten Gleisstofses ist nach Dr. Zimmermann Gl. 223, S. 237,

$$y = y_o\,(1 + \mu^2_\zeta + 2\,\mu'^2_\zeta).$$

Wenn μ_ζ und μ'_ζ aus Dr. Zimmermann Gl. 25 und 27 (S. 25) erholt werden, so ergibt sich für den vorliegenden Fall, wenn sich P im Abstand a — x vom Schienenende befindet, die Gleichung des Weges des Lastangriffspunktes zu

$$y = y_o\left\{1 + e^{\frac{-2(a-x)}{L}}\left(\cos\frac{a-x}{L} - \sin\frac{a-x}{L}\right)^2 + 2\,e^{\frac{-2(a-x)}{L}}\cos^2\frac{a-x}{L}\right\},$$

woraus

$$y = y_o\left\{1 + e^{\frac{2x-2a}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{a-x}{L}\left[\cos\frac{a-x}{L} - \sin\frac{a-x}{L}\right]\right)\right\}.$$

Für $x = a$ wird $y = 4\,y_o$, was mit Dr. Zimmermann Gl. 225, S. 237 übereinstimmt.

Für $x = o$ und $a = \pi L$ wird $y = y_o\left(1 + \frac{3}{e^{2\pi}}\right) = 1{,}00572\,y_o$ für $e^{2\pi} = 524{,}8$, weicht also nur unbedeutend von der Senkung des ununterbrochenen Langschwellenoberbaues ab.

Für $x = vt$ wird

$$y = y_o\left\{1 + e^{\frac{2vt-2a}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{a-vt}{L}\left[\cos\frac{a-vt}{L} - \sin\frac{a-vt}{L}\right]\right)\right\}.$$

Digitized by Google

Da $y_0 = \frac{P}{2CbL}$ (Zimmermann, S. 237) und $P = Ky$, so wird

$$K = \frac{P}{y} = \frac{2CbL}{1 + e^{\frac{2vt - 2a}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{a - vt}{L}\left[\cos\frac{a - vt}{L} - \sin\frac{a - vt}{L}\right]\right)} \quad . 3)$$

Damit sind alle Gröfsen gegeben, um für den Fall des Ablauf-Endes die Differentialgleichung 1) in Anwendung zu bringen.

Für das unverlaschte »Anlauf-Ende« (Abb. 2) des auf Langschwellenoberbau umgerechneten Gleisstofses ist wieder $y = y_0(1 + \mu_\zeta^2 + 2\mu'^2_\zeta)$ und es ergibt sich, wenn P im Abstand x vom Schienenende sich befindet, die Gleichung des Weges des Lastangriffspunktes

$$y = y_0\left(1 + e^{\frac{-2x}{L}}\left[\cos\frac{x}{L} - \sin\frac{x}{L}\right]^2 + 2e^{\frac{-2x}{L}}\cos^2\frac{x}{L}\right), \text{ woraus}$$

$$y = y_0\left\{1 + e^{\frac{-2x}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{x}{L}\left[\cos\frac{x}{L} - \sin\frac{x}{L}\right]\right)\right\}.$$

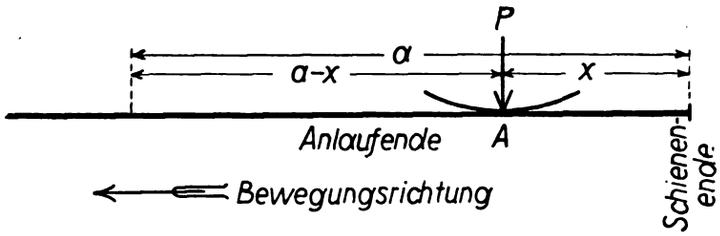


Abb. 2.

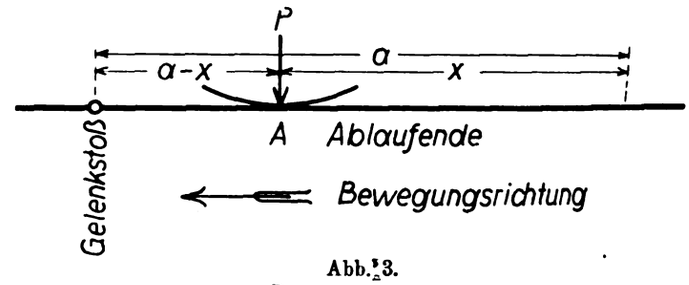


Abb. 3.

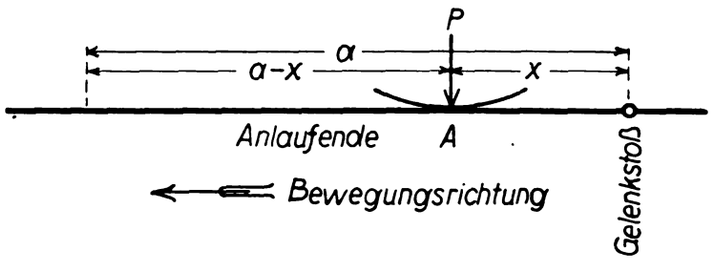


Abb. 4.

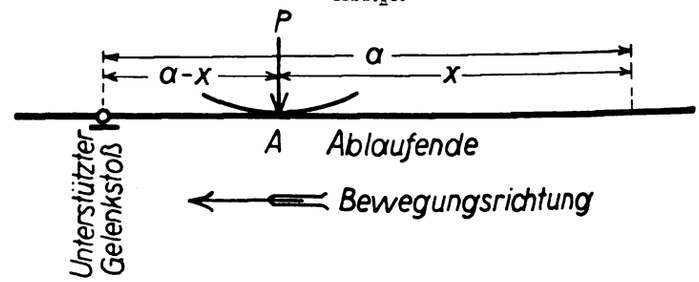


Abb. 5.

Für $x = o$ wird auch hier richtig $y = 4y_0$.

Für $x = a = \pi L$ wird $y = y_0\left(1 + \frac{3}{e^{2\pi}}\right) = 1{,}00572\, y_0$.

Für $x = vt$ wird

$$y = y_0\left\{1 + e^{\frac{-2vt}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{vt}{L}\left[\cos\frac{vt}{L} - \sin\frac{vt}{L}\right]\right)\right\}$$

und schliefslich

$$K = \frac{P}{y} = \frac{2CbL}{1 + e^{\frac{2vt}{L}}\left(1 + 2\cos\frac{vt}{L}\left[\cos\frac{vt}{L} - \sin\frac{vt}{L}\right]\right)} \quad . . 4)$$

Damit sind alle Gröfsen gegeben, um für den Fall des Anlauf-Endes die Differentialgleichung 1) zu benützen.

Für den Fall des als **Gelenk** ausgebildeten Langschwellenstofses ist nach Dr. Zimmermann, S. 163, $y = y_0\left(1 + \frac{\mu_\zeta^2}{1 + c}\right)$, wobei für ein Gelenk $c = o$ ist. Wenn man μ_ζ nach Gl. 25 S. 25 bei Zimmermann einsetzt, so ergibt sich für das Ablauf-Ende des Gelenkstofses (Abb. 3) die Gleichung des Weges des Lastangriffspunktes

$$y = y_0\left(1 + e^{\frac{-2(a-x)}{L}}\left[\cos\frac{a - x}{L} - \sin\frac{a - x}{L}\right]^2\right).$$

Für $x = a$ wird $y = 2y_0$. Nach Zimmermann, S. 163 ergibt sich für den Ort der Stetigkeitsunterbrechung des Gelenkstofses $y = -y_0 2\mu'_\zeta$ für $c = o$. Dagegen wird für das einfache Schienenende nach Dr. Zimmermann, Gl. 224b, S. 237: $y = -y\, 4\mu'_\zeta$, also beim einfachen Schienenende doppelt so grofs wie beim Zusammenwirken zweier Schienenenden. Das war natürlich zu erwarten.

Für $x = o$ und $a = \pi L$ wird

$$y = y_0(1 + e^{-2\pi}) = 1{,}00572\, y_0.$$

Da $y_0 = \frac{P}{2CbL}$ und $P = Ky$, so wird für $x = vt$

$$K = \frac{P}{y} = \frac{2CbL}{1 + e^{\frac{-2(a-vt)}{L}}\left(\cos\frac{a - vt}{L} - \sin\frac{a - vt}{L}\right)^2} \quad . . 5)$$

Damit sind alle Gröfsen gegeben, um für den Fall des Ablauf-Endes des Gelenkstofses die Differentialgleichung 1) zu benützen.

Für das Anlauf-Ende des Gelenkstofses (Abb. 4) wird ebenso $y = y_0(1 + \mu_\zeta^2)$. Es ergibt sich für den Weg des Lastangriffspunktes

$$y = y_0\left\{1 + e^{\frac{-2x}{L}}\left(\cos\frac{x}{L} - \sin\frac{x}{L}\right)^2\right\} \text{ oder für } x = vt$$

$$y = y_0\left\{1 + e^{\frac{-2vt}{L}}\left(\cos\frac{vt}{L} - \sin\frac{vt}{L}\right)^2\right\}$$

$$K \text{ wird} = \frac{2CbL}{1 + e^{\frac{-2vt}{L}}\left(\cos\frac{vt}{L} - \sin\frac{vt}{L}\right)^2} \quad . . . . . 6)$$

Für das **unterstützte Gelenk**, wobei die durch eine vollständige Aufhebung der Steifigkeit des Gestänges herbeigeführte Zunahme der Senkung ausgeglichen wird (Zimmermann, S. 171 ff.), ergibt sich für das Ablauf-Ende (Abb. 5) der Weg des Lastangriffspunktes nach Dr. Zimmermann, Gl. 183a, S. 172 $y = y_0(1 - \mu'^2_\zeta + \mu_\zeta^2)$ oder nach Einsetzung der Werte aus Gl. 25 und 27 (S. 25)

$$y = y_0\left\{1 + e^{\frac{-2(a-x)}{L}}\cos^2\frac{a - x}{L} + e^{\frac{-2(a-x)}{L}}\left(\cos\frac{a - x}{L} - \sin\frac{a \cdot x}{L}\right)^2\right\}$$

und für $x = vt$

$$y = y_0\left\{1 - e^{\frac{-2(a-vt)}{L}}\left(\cos^2\frac{a - vt}{L} - 1 + 2\sin\frac{a - vt}{L}\cos\frac{a - vt}{L}\right)\right\}.$$

Für $x = a$ wird y richtig $= y_0$.

Für $x = o$ und $a = \pi L$ wird $y = y_0(1 - e^{-2\pi} + e^{-2\pi}) = y_0$.

Digitized by Google

Es wird

$$K = \frac{2CbL}{1 - e^{\frac{-2a+2vt}{L}}\left(\cos^2\frac{a-vt}{L} - 1 + 2\sin\frac{a-vt}{L}\cos\frac{a-vt}{L}\right)} \quad . 7)$$

Damit sind alle Gröfsen gegeben, um für das Ablauf-Ende des unterstützten Gelenkstofses die Differentialgleichung 1) in Anwendung zu bringen.

Für das Anlauf-Ende des unterstützten Gelenkstoffes (Abb. 6) wird ebenso $y = y_0(1 - \mu'_\zeta{}^2 + \mu_\zeta{}^2)$ für den Weg des Lastangriffspunktes. Nach Einsetzung der Werte wird

$$y = y_0\left\{1 - e^{\frac{-2x}{L}}\left(\cos^2\frac{x}{L} - 1 + 2\sin\frac{x}{L}\cos\frac{x}{L}\right)\right\}$$

oder für $x = vt$

$$y = y_0\left\{1 - e^{\frac{-2vt}{L}}\left(\cos^2\frac{vt}{L} - 1 + 2\sin\frac{vt}{L}\cos\frac{vt}{L}\right)\right\}.$$

Es wird

$$K = \frac{2CbL}{1 - e^{\frac{-2vt}{L}}\left(\cos^2\frac{vt}{L} - 1 + 2\sin\frac{vt}{L}\cos\frac{vt}{L}\right)} \quad . . 8)$$

Damit sind alle Gröfsen gegeben, um für das Anlauf-Ende des unterstützten Gelenkstoffes die Differentialgleichung 1) zu benützen.

Wenn die Federung der Last berücksichtigt werden soll, so sei Pp der gefederte, Pq der ungefederte Teil der Last, wobei p und q echte Bruchzahlen sind, deren Summe gleich 1 ist. Die zwischen den beiden Lastteilen befindliche Feder habe den Federfestwert K', d. h. die Feder übe bei 1 cm Ausschlag eine Kraft K' aus. Es werde der gefederte Teil der Verkehrsmasse gleich m und der des ungefederten Teiles vermehrt um die auf den Stofspunkt umgerechnete Eigenmasse des an der Schwingung teilnehmenden Ober- und Unterbaues gleich μ gesetzt. Die Nachgiebigkeit des Ober- und Unterbaues werde durch Annahme einer Feder mit dem Federfestwert K dargestellt. Es ergibt sich dann Abb. 7.

Es tritt jetzt an Stelle von Gleichung 1) die Doppelgleichung

$$\left.\begin{aligned} m\left(\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{d^2z}{dt^2}\right) + K'z &= Pp \\ \mu\frac{d^2y}{dt^2} + k\frac{dy}{dt} - K'z + Ky &= Pq \end{aligned}\right\} \quad . . . . . 9).$$

Dabei ergibt sich K' als bekannter Federfestwert der verwendeten Fahrzeuge, während für K und k die nach obigem entwickelten, nicht einfachen Werte sich ergeben. Die Dämpfung ist dabei nur beim Oberbau, nicht bei der Federung der Last selbst berücksichtigt.

Damit sind wohl für alle für eine Dynamik des Eisenbahnoberbaues in Frage kommenden Fälle die Ansätze der Differentialgleichungen gegeben. Exakte Lösungen dieser Differentialgleichungen sind bei deren verwickelten Beiwerten wohl dauernd ausgeschlossen. Aber für den einzelnen praktischen Fall stehen Näherungsverfahren zur Verfügung, deren Schwierigkeit lediglich in ihrer Mühsamkeit und Umfänglichkeit liegt. Es möchte hierbei zunächst auf das Annäherungsverfahren verwiesen werden, das in meiner Schrift »Einflufs bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken« angewendet wurde. Es besteht darin, dafs man t vom Null bis zum Endwert in Stufen wachsen läfst und innerhalb jeder einzelnen Stufe die Massen und die Beiwerte von y und $\frac{dy}{dt}$, also auch die Dämpfungs- und Federfestwerte als gleichbleibend betrachtet. Weiter stehen die zeichnerischen und rechnerischen Näherungsverfahren zur Verfügung, die Dr. Hort in § 48 seiner »Technischen Schwingungslehre«, Berlin, Verlag Springer, 1922, behandelt und die es gestatten, für jede beliebige Schwingungsdifferentialgleichung spezielle Lösungen für vorgelegte Anfangsbedingungen mit beliebiger Genauigkeit herzustellen. Die Verfahren scheiden sich in die zeichnerischen mit Hilfe der Krümmungskreise und der Seilkurve und in das rechnerische mit Hilfe simultaner Differentialgleichungen. Alle beruhen sie auf Stufenbildungen ähnlich dem Verfahren, das der Verfasser, wie oben erwähnt, angewendet hat.

Es wäre nun von Bedeutung, für besondere Fälle Nutzanwendungen der oben angegebenen Differentialgleichungen am Ablauf- und Anlauf-Ende, am Gelenkstofs und am unterstützten Gelenkstofs zu geben und vielleicht noch für den wohl am wesentlichsten interessierenden, weil praktisch bedeutsamsten Fall des Gelenkstofses auch den Fall der Federung in die Nutzanwendung einzubeziehen. Nachdem ich früher die Nutzanwendung auf den Haarmannschen Starkstofs und einige bayerische Oberbauformen X und IX, die ja jetzt wohl alle

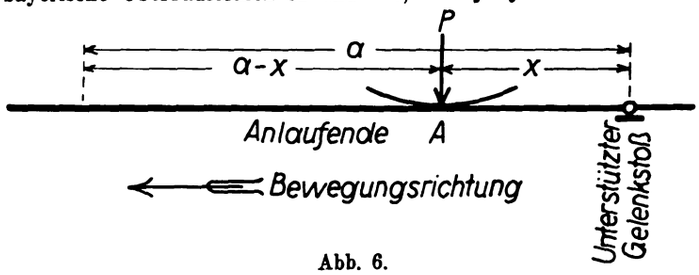


Abb. 6.

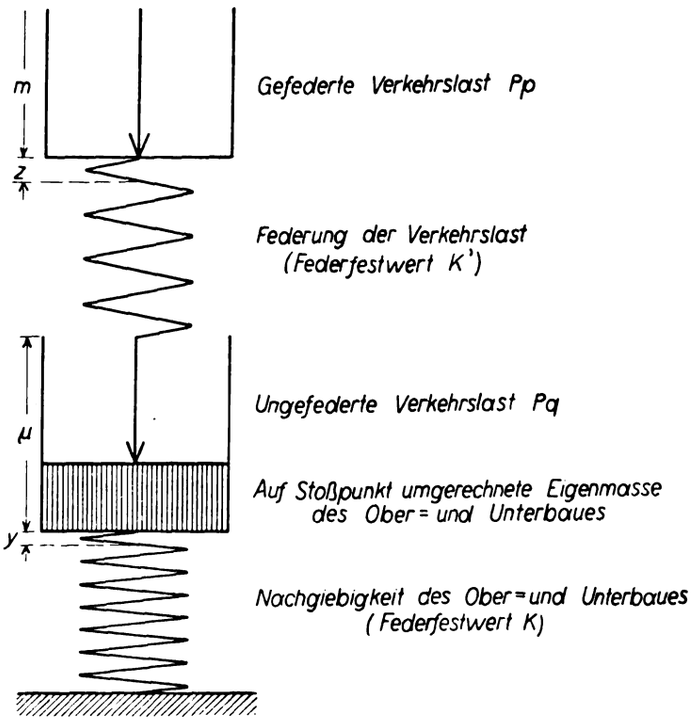


Abb. 7.

überholt sind, gemacht habe, könnte es sich jetzt wohl empfehlen, die Anwendung auf den neuen Reichsoberbau B mit Schienen S 49 zu beziehen. Mathematische Schwierigkeiten bestehen weiter nicht, aber die Umständlichkeit des Verfahrens und der Zwang eines dafür erforderlichen grofsen Zeitaufwandes lassen es vorderhand zweifelhaft erscheinen, inwieweit es einem in der Ausübung Stehenden möglich werden wird, die zur Ausarbeitung der Beispiele erforderliche Zeit zu gewinnen. Nicht ausgeschlossen wäre es vielleicht, dafs einmal ein jüngerer Fachmann, der längere Zeit der Sache ausschliefslich widmen kann, sich an eine Übertragung dieser Theorien auf einen praktischen Fall betätigen würde. Er würde damit dazu beitragen, der praktischen Anwendung einer »Dynamik des Eisenbahnoberbaues« Bahn zu brechen

Digitized by Google

Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau.

Von Ing. Ch. Driessen, Vorstand der Oberbau-Abteilung der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht.

(Hierzu Tafel 37.)

Die Mitteilungen des Herrn Dr. Saller im Organ vom 30. Mai 1926, Heft 10, S. 183 werden jeden, der sich mit Spannungsmessungen am Oberbau befafst oder diese zu verwerten hat, in hohem Mafse interessieren. Es sei, bevor zu den Erörterungen des Herrn Saller einige Bemerkungen gemacht werden, hervorgehoben, was wir Dr. Geiger in seinem Apparat und besonders in seinem sinngemäfsen Zeiger oder Schreibhebel verdanken. Dieser Schreibhebel bildet zweifelsohne den wichtigsten Fortschritt der letzten Jahre in der Spannungsmefstechnik.

Wie schon Dr. Saller hervorgehoben hat, wurde in den letzten Jahren (in Holland schon seit 1912) für Messungen an den Brücken und auch am Oberbau vorzugsweise der Spannungsmesser des Holländers Okhuizen verwendet. Dr. Saller meint aber, dafs dieses Gerät für dynamische Messungen am Oberbau, wo man mit schnellem Spannungswechsel und sehr grofsen Schwingungszahlen zu tun hat, völlig unbrauchbar sei und nur Bedeutung habe für statische Messungen, im allgemeinen solche bei ruhender Last oder niedrigen Geschwindigkeiten.

Diese Auffassung scheint mir aber nicht richtig. Ich hoffe, den Beweis beibringen zu können, dafs der Spannungsmesser von Okhuizen für Messungen unter bewegter Last (auch bei grofsen Geschwindigkeiten) noch immer ein unentbehrliches Gerät ist und vielleicht auch wegen seiner Handlichkeit bleiben wird, wiewohl man nicht weifs, was die Zukunft und insbesondere die Entwicklung der Geiger-Geräte bringen wird.

Von vornherein sei zugegeben, dafs der Okhuizen-Apparat versagt, wenn es sich um die Frage handelt, wie hoch bei jeder einzelnen Messung die Spannung an der zu messenden Stelle der Schiene zu jeder Zeit gewesen ist. Das zu bestimmen, ist aber nicht der einzige Zweck und nicht einmal der Hauptzweck der Messungen am Oberbau. Es wäre natürlich sehr wünschenswert, wenn man die Spannungen, wie oben erwähnt, messen könnte, da man aus diesen Spannungen alle anderen erwünschten Werte ableiten kann. Aber sobald man Ergebnisse braucht, die ein Mittel aus vielen Messungen sind, bleibt der Spannungsmesser von Okhuizen von grofsem Wert, auch bei dynamischen Messungen am Oberbau.

Wie in den Ausführungen Dr. Sallers erwähnt wird, gibt der Okhuizen-Apparat die statischen Spannungen, verschweigt aber zum Teil oder ganz Spannungen, die eine Folge sein sollen von Schwingungen, die über 450 in der Minute liegen. Wenn also (vergl. Abb. 1, Taf. 37) ein an einer Schiene angebrachtes Okhuizen-Gerät die Spannungen aufzeichnet, wie die gestrichelte Linie in der ersten Reihe anweist, und diese Schiene erleidet noch Schwingungen, wie sie in den zwei folgenden Reihen angegeben sind zu etwa 4000 bzw. 10000 in der Minute, welche Schwingungen entsprechende Spannungen hervorrufen sollen, dann sollte ein richtig arbeitendes Gerät die stark ausgezogene Linie in der ersten Reihe geben. Wie man sieht, ist bei jeder einzelnen Beobachtung der Fehler sehr grofs; in Wirklichkeit wird er in vielen Fällen noch gröfser sein als auf der Zeichnung.

Wenn man nun aber viele Beobachtungen, die unter gleichen Verhältnissen, also an derselben Stelle der Schiene, bei gleicher Laststellung und gleicher Geschwindigkeit zusammensetzt, werden alle Überragungen der Mittellinie, die eine Folge der Schwingungen sind, nahezu gegeneinander fortfallen, da die Perioden der Schwingungen bei den verschiedenen Beobachtungen nicht zusammenfallen. Die Abb. 2, Taf. 37 kann dies erläutern: Es sind da sechs unter sich gleiche Schwingungen, deren Perioden aber nicht zusammenfallen, untereinander gezeichnet. Wenn man von diesen Schwingungen das Mittel nimmt, wie in der ersten Reihe geschehen ist, kommt man zu einem Ergebnis, das nur ungefähr 25 % der ursprünglichen Ausschläge ist. Je gröfser die Zahl der Beobachtungen ist, desto mehr nähert sich das Mittel aus den Schwingungen dem Werte Null.

Aus einer genügenden Zahl von Beobachtungen mit dem Okhuizen-Gerät bekommt man also ein Ergebnis, das die Eigentümlichkeiten bezüglich des Schwellenabstandes, der Laststellung, der Lage der Bahn, der Geschwindigkeit usw. gibt. Denn auch die dynamischen Einflüsse der Geschwindigkeit, soweit sie höhere Drücke durch die Räder und Stöfse hervorrufen, werden aufgezeichnet. Nur geschieht dies nicht oder nur zum Teil mit Schwingungen von einer Frequenz über 450 in der Minute; diese Schwingungen werden mehr oder weniger gedämpft (abhängig von der Frequenz) aufgezeichnet. Man könnte also sagen, dafs der Okhuizen-Apparat bei jeder Beobachtung schon gewissermafsen ein Mittel gibt.

An dieser Stelle möge bemerkt werden, dafs die Aufzeichnung beim Okhuizen-Apparat nicht mit der Reibung einer lose angedrückten Bleistiftspitze geschieht, wie Herr Dr. Saller hervorhebt, sondern mit einer sehr feinen Neusilberspitze auf Indikatorpapier, wobei ein sehr geringer Druck genügt, um noch ablesbare Ergebnisse zu bekommen. Allerdings ist die Aufzeichnung mit der sehr geringen Flüssigkeitsreibung, wie beim Schreibhebel von Dr. Geiger, sehr viel besser. Weiter ist es im Gegensatz zu den Mitteilungen des Herrn Dr. Saller ganz einfach, die Bewegung des Streifens durch ein Uhrwerk zu ersetzen, da das Uhrwerk gesondert aufgestellt wird, mehrere Okhuizen-Geräte zugleich treiben kann und keines dieser Geräte einer Änderung bedarf, so dafs alle gleich einfach bleiben.

Ein grofser Vorteil der Okhuizen-Geräte ist das geringe Gewicht und die sehr kleine Mefslänge, die bei den meist gebräuchlichen Apparaten 60 mm beträgt. (Es gibt schon Apparate mit 2 und selbst mit 1 cm Mefslänge, die auch für Messungen unter bewegter Last am Oberbau, z. B. zur Untersuchung der Spannungen in den Laschen, verwendet wurden.) Bei einer zu grofsen Mefslänge wurde die Verbesserung, die an den Ablesungen anzubringen wäre, so grofs werden, dafs diese einen beträchtlichen Teil ihres Wertes einbüfsen müfsten, wie im folgenden gezeigt werden möge (Abb. 3, Taf. 37).

Es soll bestimmt werden die Spannung übereinstimmend mit dem Moment M, während tatsächlich die mittlere Spannung über die Mefslänge a gemessen wird, das ist die Spannung übereinstimmend mit dem Moment M_1; der Fehler wird also durch ΔM dargestellt:

$$M = M_1 + \Delta M$$

oder wenn σ die wirkliche, σ_1 die gemessene Spannung ist:

$$\sigma = \sigma_1 + \frac{\Delta M}{W},$$

worin W das Widerstandsmoment der Schiene ist. Nun folgt aus Abb. 3, Taf. 37:

$$\Delta M : M_0 = \frac{1}{2} a : l$$

also:

$$\Delta M = M_0 \frac{a}{2l} = \frac{1}{4} P l \frac{a}{2l} = \frac{1}{8} P a.$$

Diesen Wert in der Gleichung für σ eingesetzt gibt:

$$\sigma = \sigma_1 + \frac{P a}{8 W}.$$

Die Verbesserung ist also für einen Raddruck von 9,6 t, wie er bei elektrischen Lokomotiven vorkommt, bei einer Schiene mit $W = 200\ cm^3$: $\Delta \sigma = 6$ a. Beim Okhuizen- ist die Verbesserung also nur 36 kg/cm², beim Geiger-Apparat, der eine Mefslänge von 197 mm hat, ist sie 120 kg/cm².

Digitized by Google

Aus der Berechnung dieser Verbesserung (die öfters irrtümlich in Hundertteilen der gemessenen Spannung angebracht wird), ergibt sich, dafs für Spannungsmessungen am Oberbau, wo ja die Stützpunktabstände sehr gering sind, die Momente sich also über einen geringen Abstand schnell ändern, eine sehr kleine Mefslänge notwendig ist; eine kleinere als 6 cm wäre sogar wünschenswert.

Das Geiger-Gerät gibt zweifellos mehr als der Okhuizen-Apparat; die theoretische Überlegung macht dies unstreitig. Aber sind die Ausschläge, die vom Geiger-Apparat aufgezeichnet werden, wohl alle Spannungen? Dr. Saller meint selbst, ein Fragezeichen setzen zu müssen und bringt bei einer der Beobachtungen (Abb. 7 a in Heft 10) sogar einen Verbesserungsfaktor von 1,4 an, dessen Wert ganz willkürlich gegriffen ist.

Ein einfaches Experiment mit dem Geiger-Apparat stellt die Richtigkeit der Ergebnisse noch mehr in Frage. Es wurde nämlich (Abb. 4, Taf. 37) ein Geiger-Gerät an der Stelle a einer 42 kg schweren Schiene befestigt; nachdem das Uhrwerk in Gang gesetzt war, wurde an der etwa 2,80 m entfernten Stelle b ein Schlag mit einem im ganzen 13 kg schweren Kramphammer ausgeübt, der aus einer Höhe von etwa 50 cm fiel. Auf dem Bande zeigte sich eine Linie, wie in den Abb. 5 a und 5 b, Taf. 37. Da die Übersetzung des Apparates in diesem Falle 55 fach war, die Mefslänge auf rund 20 cm gestellt werden kann, wird für jedes kg/cm² Spannung im Diagramm eine Länge von $\varepsilon = \frac{\sigma l}{E} = \frac{1 \times 20 \times 55}{2200000} = \frac{1}{2000}$ cm gefunden. Jedes Millimeter Ausschlag stimmt also überein mit einer Spannung von 200 kg/cm². Da die Abb. 5 a und b, Taf. 37 in der natürlichen Gröfse abgedruckt sind, hätte also der Geiger-Apparat, wenn an der Stelle b der verhältnismäfsig leichte Schlag gegeben wurde, an der Stelle a eine Spannung von etwa 700 kg/cm² aufgezeichnet. Man kann wohl behaupten, dafs das Auftreten einer derartigen Spannung unter den gegebenen Verhältnissen wenigstens sehr unwahrscheinlich ist. Wenn, wie zuvor zugegeben, der Okhuizen-Apparat zu wenig anzeigt, so mufs hier der Schlufs gezogen werden, dafs der Geiger-Apparat in den anderen Fehler verfällt.

Zuletzt möchte ich bemerken, dafs m. E. der Okhuizen-Apparat für praktische Messungen am Oberbau vorläufig nicht entbehrt werden kann und dafs die mit diesem Gerät gemachten Beobachtungen ihren vollen Wert behalten, wenn sie in der richtigen Weise gebraucht werden.

Gleisstopfmaschinen*).

Die Entwicklung der Gleisstopfmaschine wurde in Deutschland durch die fortschreitende Verbesserung der raschlaufenden Verbrennungsmotoren und der Prefsluftwerkzeuge entscheidend beeinflufst. Im Jahre 1918 gelang es dem Reichsbahnoberrat Hampke in Gemeinschaft mit der Norddeutschen Maschinenfabrik Pinneberg eine brauchbare Maschine zu fertigen. Auf Grund der Betriebserfahrungen wurde diese Bauart weiter vervollkommnet und eine wesentlich verbesserte Zwillingsmaschine, das Modell 1921, entwickelt, dessen alleiniges Ausführungsrecht die Friedrich Krupp Aktiengesellschaft, Essen, vor einigen Jahren erwarb. Krupp hat sich seitdem mit Erfolg bemüht, die Maschine in jeder Beziehung zu vervollkommnen und sie zu einem für die der Gleisunterhaltung wichtigen Hilfsmittel zu machen. Die neuerdings gebaute Maschine kann als durchaus betriebssicher und wirtschaftlich gelten.

Die Gleisstopfmaschine, Bauart Krupp (Abb. 1), ist eine kleine Zwillingsmotorluftpumpe, die gemeinsam mit dem Brennstoffbehälter auf einem Schlitten aufgebaut ist, der auf die Schwellenköpfe gelegt und bei fortschreitender Arbeit an Ketten leicht nachgezogen werden kann. Vorn sind an die Luftpumpe mit stahlarmierten Gummischläuchen zwei Stopfwerkzeuge angeschlossen. Da die Maschine sehr flach ausgeführt ist, liegt sie auf den Schwellenköpfen profilfrei, so dafs man sie auch bei Durchfahrt eines Zuges in ihrer Lage belassen kann. Die Bedienungsmannschaft legt die Stopfer beiseite, während die Maschine inzwischen leer weiterläuft.

Jeder Stopfer besteht aus einem mit zwei Handgriffen ausgerüsteten Zylinder, in welchem die schwingende Luftsäule einen Kolben gegen den Schaft des Stopfwerkzeuges schleudert. Hierbei gerät der Bettungsstoff in eine fortlaufende Bewegung und schiebt sich fast lückenlos ineinander, da er im Gegensatz zum Handstopfen nicht Zeit hat, zwischen den einzelnen Schlägen zurückzufallen. Eine mit der Maschine unterstopfte Schwelle liegt daher viel fester als eine von Hand gestopfte, wodurch sich natürlich die Lebensdauer der Gleisanlage bedeutend

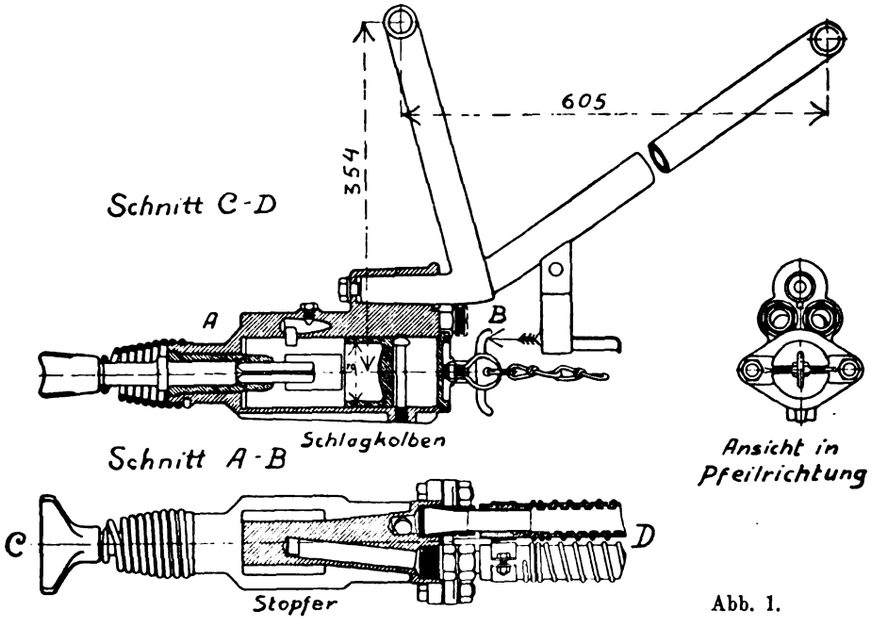


Abb. 1.

Die Luftpumpe (Abb. 2) wird durch einen luftgekühlten, ventillosen Zweitakt-Verbrennungsmotor angetrieben; Motor- und Luftpumpenkolben sind unmittelbar miteinander gekuppelt. Da die Kurbelzapfen der Luftpumpen um 180° gegeneinander versetzt sind, läuft die Maschine sehr ruhig, so dafs sie ohne besondere Befestigung auf den Schwellenköpfen liegen kann.

erhöht. Der geringe Kraftbedarf und das kleine Gewicht machen die Maschine leicht beweglich, so dafs zwei Mann den Schlitten mit Maschinenanlage gut tragen können.

Die Verbesserungen des Modells 1924 gegenüber dem Modell 1921 erstrecken sich in der Hauptsache auf verschiedene bauliche Veränderungen, die eine beträchtliche Steigerung der Maschinenleistung im Gefolge hatten. Durch den Fortfall der Rückschlagventile im Verbrennungsmotor wurde nicht allein eine Störungsquelle beseitigt, sondern auch eine Vereinfachung in der Bedienung und Behandlung erzielt. Der Einbau eines

*) Im Heft 19, S. 386, war ein Aufsatz über die Wirtschaftlichkeit der Gleisstopfmaschinen enthalten. Die nachfolgenden Ausführungen sollen nun einen kurzen Aufschlufs über die Einrichtung der Maschinen geben.

Digitized by Google

grofsen Filters vor dem Vergaser verhindert das Eindringen von Unreinigkeiten mit der vom Vergaser angesaugten Luft in den Motorzylinder. Die kardanische Befestigung der Kolben beseitigt die starke Kolbenreibung der früheren Bauart. Schliefslich kommt der Betriebssicherheit noch zugute, dafs der Vergaser jetzt leicht zugänglich oben zwischen den beiden Motorzylindern eingebaut ist, so dafs er auch während des Betriebes nachgestellt werden kann. Das bisher oft als störend empfundene Auspuffgeräusch konnte bei den neueren Maschinen ganz wesentlich herabgesetzt werden.

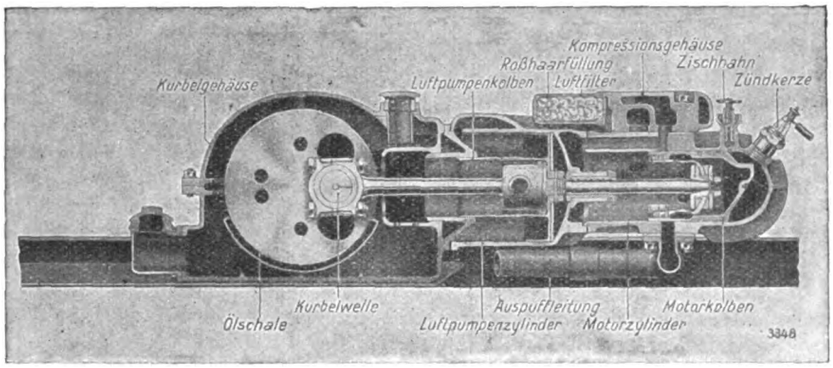


Abb. 2. Längsschnitt durch Motor und Luftzylinder.

Einen nicht geringen Vorzug bildet auch die erhebliche Ersparnis an Betriebsstoffen. Durch Zusatz einer bestimmten Menge Öl zum Brennstoff konnte die besondere Schmierung der Motorzylinder vollkommen wegfallen. Neben dem erheblich geringeren Ölverbrauch und einer Vereinfachung der Maschine wurde so eine wirksamere Schmierung der Kolben erreicht. Verbesserte Kompressions- und Steuerungsverhältnisse, sowie vorteilhaftere Gasführung im Motorzylinder waren hauptsächlich für den sparsameren Brennstoffverbrauch bestimmend.

Die Erfahrungen im Betriebe haben ergeben, dafs unter Berücksichtigung von Arbeitslohn, Unterhaltungskosten, Tilgung einschliefslich Verzinsung, Öl- und Brennstoffverbrauch, das laufende Meter Gleis mindestens um 30 v. H. billiger unterstopft wird als mit der Handhacke. Hinzu kommt noch, dafs das von der Maschine unterstopfte Gleis eine erheblich längere Liegezeit hat, und dafs die gut gestopfte Bettung wesentlich zur Schonung der Schienen, Schwellen und Fahrzeuge beiträgt.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Schienenabnützung auf elektrisch betriebenen Bahnen.

Die ungewöhnliche Abnützung der Schienen besonders in den Kurven solcher Strecken, auf denen der Verkehr durch elektrische Triebwagen bedient wird, ist ein Übel, das gerade bei dieser Betriebsart besonders überhand genommen hat. Bei Strecken, auf denen nur elektrische Lokomotiven verkehren, wurde diese Wahrnehmung nicht gemacht. Die Erklärung für diese erhöhte Abnützung soll auf der Tatsache beruhen, dafs, während bei den elektrischen und Dampflokomotiven der Schwerpunkt ziemlich hoch liegt, bei den elektrischen Triebwagen die Motoren auf den Achsen sitzen, weshalb die nicht gefederten Gewichte gröfser sind. Weiterhin sind die Räder von geringem Durchmesser, die Drehgestelle sind kurz und die Antriebe wirken einseitig auf die Achsen. Die Räder nützen sich daher schnell ab und sind bald von ungleichem Durchmesser. Diese Tatsachen führen zu der ungewöhnlichen Abnutzung der Schienen in den Kurven. Die Metropolitan-Untergrundbahn-Gesellschaft in London machte vor dem Kriege einige Versuche in einer Kurve von 200 m Halbmesser zwischen Farringdon Street und Aldersgate Street, wo die Abnützung besonders grofs war. Verschiedene Schienen wurden untersucht und es fand sich, dafs gewöhnliche Schienen nach $9^1/_3$ Monaten bereits ausgewechselt werden mufsten, während Schienen mit hohem Siliziumgehalt 23 Monate belassen werden konnten. Wesentlich bessere Ergebnisse wurden mit Schienen erzielt, die nach dem Sandbergverfahren behandelt waren (das Verfahren selbst ist nicht beschrieben). Im ganzen wurden 18 Sorten Schienen auf Abnützung untersucht. Schienen aus Manganstahl zeigten sich als am besten, ihnen folgten die Sandbergschienen. Die Kosten für Manganstahlschienen waren etwa 16 ℳ/lfd. m gegenüber rund 2,40 ℳ für Sandbergschienen. Während für die ersteren der Preis siebenmal teuerer war, war die Abnützung nur 38 % geringer als bei den letzteren.

Auf einer Reihe weiterer Strecken wurden noch Versuche mit Schienen nach dem Sandbergverfahren gemacht und es hat sich überall herausgestellt, dafs diese in bezug auf Verschleifsfestigkeit den gewöhnlichen Stahlschienen wesentlich überlegen waren. Mit Rücksicht auf die zunehmende Ausdehnung des elektrischen Betriebes in Indien, Südafrika, Australien, Neuseeland, Argentinien usw. werden die Versuche mit diesen höherwertigen Schienen fortgesetzt, um den Schienenverschleifs möglichst herabzumindern. Wa.

(The Railway Engineer, Februar 1925.)

Über Riffelbildung.

Direktor Sieber der Nürnberger Strafsenbahnen veröffentlicht in Heft 9 der Gleistechnik auf Grund langjähriger Forschungen einen Aufsatz über die Riffelbildung an Strafsenbahnschienen und schliefst mit folgendem Ergebnis:

Riffeln können nur bei entsprechenden Massen- Druck- und Elastizitätsverhältnissen in Gleis und Wagen entstehen. Gefördert wird ihre Bildung durch synchrone Schwingungen von Gleis- und Wagenteilen. Ihr Ausgangspunkt sind Unebenheiten auf der Fahrfläche, die unnennbar klein sein können. Der Grund, weshalb gerade die Strafsenbahnschienen so stark zur Riffelbildung neigen, ist darin zu suchen, dafs die Strafsenbahnschienen verhältnismäfsig schräg, die Raddurchmesser klein sind, das Laufradgewicht durch die Motoren ungünstig beeinflufst wird, der Achsbüchsendruck (Wagengewicht) niedrig und die Gleise wenig elastisch gelagert sind. Aufserdem spielt die Einheitlichkeit des rollenden Materials und die verhältnismäfsig grofse Gleichmäfsigkeit der Fahrgeschwindigkeit eine ungünstige Rolle.

Die bisher bekannten Abwehrmittel erfordern entweder im Bau oder im Betrieb grofse Aufwendungen und sind in ihrer Wirkung nicht sicher. Man ist deshalb bei den meisten Strafsenbahnen dazu übergegangen, die Riffeln abzuschleifen, was, rechtzeitig durchgeführt, ganz bedeutend weniger kostet als der Unterbettungs- und Kapitaldienst für zweifelhafte Abwehrmittel. A. W.

Werkstätten, Stoffwesen.

Hochwertiger Baustahl St 48.

Die Erfahrungen, die nunmehr seit $1^1/_2$ Jahren mit dem hochwertigen Baustahl im Brückenbau gemacht wurden, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Ersparnisse, die durch die Verwendung des hochwertigen Baustahls St 48 an Stelle von St 37 schon jetzt gemacht werden, sind recht bedeutend. Sie betragen bei Brücken, die bei gewöhnlichem Flufsstahl St 37 im Gebiete der Deutschen Reichsbahn einen Kostenaufwand von 5,7 Millionen verursachen, etwa 1,1 Millionen oder rund 19 %. Das Gesamtgewicht dieser Brücken erfordert bei St 37 1520 t, bei St 48 1280 t, also 240 t weniger oder 15,8 %.

Die Ersparnisse werden sicher noch erheblich gröfser werden, wenn der hochwertige Baustahl zum Regelstahl für alle Brücken- und Ingenieurhochbauten wird.

Wenn es auch verständlich ist, dafs die Werke bei der Festsetzung der Abnahmebedingungen für hochwertigen Baustahl St 48 im November 1924 vorsichtig waren — da damals ausreichende Erfahrungen nur bei einzelnen Werken vorlagen — so liegt jetzt

Digitized by Google

kein Grund vor, den hochwertigen Baustahl schlechter zu machen, als er ist. Aus der Statistik von gegen 1500 Proben geht deutlich hervor, dafs unsere Hüttenwerke wohl imstande sind, den hochwertigen Baustahl zu den folgenden Bedingungen zu liefern, die sich eng an das anschliefsen, was die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft von Anfang an gewünscht hat. Diese Vorschläge für die Lieferungsbedingungen des hochwertigen Baustahls lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Zugfestigkeit σ_B bei Längs- und Querproben 50 bis 58 kg/mm².
2. Dehnung δ_{10} bei Längsproben mindestens 20 %, Dehnung δ_{10} bei Querproben mindestens 18 %.
3. Güteziffer bei Längsproben $\sigma_B + \delta_{10} \geqq 73$.
4. Streckgrenze $\sigma_S \geqq 31$ kg/mm² bei Längs- und Querproben.
5. Es mufs seitens des liefernden Werkes darüber gewacht werden, dafs der gelieferte Werkstoff nicht mehr als je 0,06 % Schwefel und Phosphor, zusammen jedoch nicht mehr als 0,10 % enthält.
6. Dieser hochwertige Baustahl müfste St 50 benannt werden.
7. Die Kennzeichnung sollte durch gelben Ölfarbenanstrich statt weifsen erfolgen.
8. Zur Bezeichnung der Niete müfste ein erhabenes H auf abgeflachtem Setzkopf angebracht werden. Im Gegenhalter wäre eine kleine Ausdrehung vorzusehen.
9. Den Eisenbaufirmen wird empfohlen, sich Handapparate zur Ausführung des Kugeldruckversuchs zu beschaffen, um wenigstens stichprobenweise zu prüfen, ob es sich um St 37 oder St 50 handelt.
10. Es bestehen keine Bedenken, den hochwertigen Baustahl als Regelstahl für alle eisernen Brücken und Ingenieurhochbauten einzuführen. Wöhrl.

„Der Bauingenieur" 1925, Heft 28/29.

Bearbeitungsversuche mit hochwertigem Baustahl St 48.

Versuche des Deutschen Eisenbau-Verbandes mit Unterstützung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zeigen, dafs bei allen Arbeitsvorgängen, bei welchen ein Trennen des Werkstoffes vorliegt, erhebliche Unterschiede zwischen St 48 und St 37 nicht vorliegen; man kann aber deutlich beobachten, dafs im Durchschnitt St 48 sich ungünstiger verhält als St 37. Ein stärkerer Werkzeugverbrauch bei St 48 als bei St 37 ist mehrfach beobachtet worden; die Versuche waren aber offensichtlich nicht umfangreich genug, um etwaige Unterschiede zahlenmäfsig erkennen zu können. Es mufs aber an dieser Stelle auf die Erfahrungen hingewiesen werden, die sich bei der Ausführung umfangreicher Brückenbauten während der letzten Monate gezeigt haben. Nach diesen ist der Werkzeugverschleifs bei der Verarbeitung von St 48 sehr beachtlich höher als bei der Verarbeitung von St 37. Man kann hieraus schliefsen, dafs auch die Inanspruchnahme der Maschinen durch die Bearbeitung von St 48 gegenüber St 37 ungünstig beeinflufst wird. Die Warmbearbeitung von St 48, wie Schmieden und Stauchen der Nieten, erfordert zweifelsohne höheren Aufwand als bei St 37.

Fafst man die aus den Versuchen gewonnenen Ergebnisse zusammen und berücksichtigt man die besonderen Erschwernisse, die in der gleichzeitigen Verarbeitung von St 48 und St 37 begründet liegen, so erkennt man deutlich, dafs die Bearbeitung von St 48 einen gröfseren Kostenaufwand erfordert, als diejenige von St 37. Wie grofs der Mehraufwand ist, läfst sich aus den gewonnenen Werten naturgemäfs nicht ermitteln; man geht aber nicht fehl, und schätzt nicht zuungunsten des St 48, wenn man annimmt, dafs er unter Berücksichtigung der Mehrkosten für Lagerung und Förderung des Baustoffes im Werk zwischen 15 bis 20 v. H. des Aufwandes liegt, den die Bearbeitung des St 37 erfordert. Wöhrl.

„Der Bauingenieur" 1925, Heft 24.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weichen einer Verschiebeanlage.

Bei der französischen Ostbahn sind schon im Jahre 1913 nach Plänen des Baudirektors dieser Gesellschaft, Descubes, halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Vorrichtungen zum Umstellen der Weichen beim Auflösen von Güterzügen angewendet worden. Eine solche Anlage aus dem Bahnhof Lumes bei Charleville soll im Kriege dort abgebrochen und nach Deutschland gebracht worden sein. Neuerdings ist der Bahnhof Lumes wieder mit einer solchen Anlage ausgerüstet worden, und auch auf den Bahnhöfen Blainville und Metz-Sablons sind solche eingebaut worden. Descubes erhebt den Anspruch, der erste gewesen zu sein, der eine solche Anlage entworfen hat; die deutschen Ablaufstellwerke ähnlicher Bauart sollen Nachahmungen seiner Anlage sein.

Im Stellwerk befindet sich eine Klaviatur mit soviel Knöpfen, wie der Stellbezirk abzweigende Gleise hat. Der Stellwerkswärter drückt den Knopf mit der Nummer des Gleises, in das der ablaufende Wagen einlaufen soll, und schaltet dadurch die Motoren an den Weichen so ein, dafs sich die richtige Fahrstrafse selbsttätig einstellt. Das Umstellen der Weichen beginnt erst, wenn der vorhergehende Wagen den Gleisbezirk für den nächsten Wagen frei gemacht hat. Wenn sich also die Wagen in zu kurzem Abstand folgen, würde der zweite Wagen in dasselbe Gleis einlaufen wie der erste, und die Anlage mufs daher mit einer Bremsvorrichtung vereinigt werden, die einen hinter einem Schlechtläufer folgenden Gutläufer verzögert. Zu diesem Zweck ist ein selbsttätiger Hemmschuhleger eingebaut. Die Vorrichtung besteht aus einem Wagen, der durch ein endloses Seil angetrieben wird und einen Hemmschuh auf das Gleis auflegt. Der Wagen wird von einem Stellwerk durch einen Druckknopf gesteuert, wobei der Wärter an einer Skala die Länge einstellt, auf die der ablaufende Wagen abgebremst werden soll. Beim Abwerfen gelangt der Hemmschuh wieder auf seinen Wagen und wird dann in die Ruhelage, bereit zu neuer Tätigkeit, zurückgeführt.

Die Anlage in Blainville umfafst drei selbständige Ablaufstellwerke; eines von ihnen beherrscht z. B. 47 Gleise und hat daher 47 Druckknöpfe zum Steuern der Gleisströme. Im ganzen werden auf die andeutungsweise beschriebene Art 102 Verteilungsweichen und 89 Weichen, die die Verbindung mit benachbarten Gleisbezirken herstellen, bedient. Aufserdem stehen 27 Signale mit diesen Fahrstrafsen in Verbindung.

Vorrichtungen zum selbsttätigen Auslegen von Bremsschuhen ähnlich denjenigen in Blainville sind auch im neuen Bahnhof Lille-Déliovance eingebaut. Wernekke.

(Génie civil 1926, Bd. 89, S. 69).

Beschleunigung des Verschiebebetriebs durch Verwendung von Fernschreibern.

Auf dem Verschiebebahnhof Gibson der Indiana Harbor Belt-Bahn ist man dazu übergegangen, den Ablaufbetrieb durch Verwendung von Fernschreibern zu beschleunigen. Bisher mufste nach dem Einlaufen eines Güterzugs zunächst an Hand der Frachtbriefe ein Verteilungsplan mit mehreren Durchschlägen aufgestellt werden, der dann durch Boten dem Verschiebepersonal und den Stellwerken zugestellt wurde. Neuerdings dagegen gehen die Begleitpapiere sofort nach Einlauf des Zugs mittels Rohrpost nach dem Bahnhofbüro und von dort aus erhalten alle beteiligten Stellen gleichzeitig mittels Fernschreibern den genauen Verteilungsplan, in welchem nicht nur das Aufnahmegleis, sondern auch die besonders für die Bremsschuhleger wichtigen Angaben über das Gewicht des Wagens, in vereinbarten Buchstaben ausgedrückt, enthalten sind. Diese ganze Arbeit ist so rasch erledigt, dafs der Zug, der inzwischen von einer Verschiebelokomotive vor den Ablaufberg gebracht wird, ohne Unterbrechung sofort zerlegt werden kann.

Neben der Beschleunigung, die das neue Verfahren mit sich bringt, hat es noch den Vorteil, dafs ein grofser Teil der bisher erforderlichen Botengänge über die Bahnhofgleise hinweg entfällt und damit die Zahl der Unglücksfälle sich vermindern wird.

(Railw. Age. 1926,, 2. Halbj. Nr. 6.) R. D.

Sicherung von Fahrstrafsen in Abzweiggleisen der freien Strecke in Norwegen.

Eine Abzweigung auf freier Strecke bildet unter allen Umständen einen bedeutenden Gefahrpunkt, dessen Sicherung selbst durch Kontrollschlösser nicht gewährleistet ist. Linienblocksicherungen umfassen ja auch eine Sicherung von Abzweiggleisen auf freier Strecke; aber unter Verhältnissen, wie sie z. B. in Norwegen bestehen, stehen wirtschaftliche Gesichtspunkte einer ausgedehnteren Anwendung des Systems im Wege. Man hat daher in Norwegen nach

Digitized by Google

einer Lösung gesucht, die bei wünschenswerter Sicherheit in Bau und Wirkung einfach ist, erschwingliche Kosten mit sich bringt und in das bestehende Zugmeldesystem eingefügt werden kann. Die Lösung scheint im nachfolgend beschriebenen System gefunden zu sein.

Es besteht darin, dafs die Weiche mit Kontrollschlofs und „Mittelsicherung" versehen ist, wobei die Schlüssel zu diesen so untergebracht sind, dafs die Signalgebung zwischen den Stationen zu beiden Seiten in ein Abhängigkeitsverhältnis zum Weichenverschlufs kommt, und zwar derart, dafs übliche Meldungen zwischen den Stationen so lange nicht ausgetauscht werden können, so lange nicht alles in Ordnung ist. Man gewinnt auf diese Weise volle Kontrolle der richtigen Stellung der Weiche und der Weichensperre und was mehr ist, des richtigen Verschlusses in dieser Stellung. Dieses Abhängigkeitsverhältnis wird erreicht mit Hilfe eines auf der Anschlagschiene befestigten gewöhnlichen Kontrollschlosses C in Abhängigkeit von einer am Merkzeichen angebrachten umlegbaren Gleissperre, deren Schlüssel seinen Platz in einem sogenannten „Spezialausschalter" hat. Dieser ist in die Zugmeldeleitung jener Station eingeschaltet, der das Abzweiggleis untersteht. Durch diesen „Spezialausschalter" ist also die örtliche Zugmeldung zwischen den Stationen über Kontakte geführt, die nur geschlossen und geöffnet werden können mit Hilfe des zum betreffenden Abzweiggleis gehörigen Kontrollschlofsschlüssels. Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Kontrollschlofs der Weiche und der Gleissperre wird dadurch herbeigeführt, dafs die Gleissperre mit zwei Kontrollschlössern A und B mit den Schlüsseln A^1 und B^1, ausgestattet ist, das Kontrollschlofs B zum Verschlufs der Gleissperre in aufgelegter Stellung, das Kontrollschlofs A zum Verschlufs in abgenommener Stellung. Der Schlüssel A_1 pafst zugleich zu dem an der Weichenzunge angebrachten Kontrollschlofs C, das also dem Schlofs A gleich ist. Der Schlüssel B_1 ist im Spezialausschalter untergebracht, der in die elektrische Zugmeldeleitung eingeschaltet ist. Wenn der Schlüssel B_1 ordnungsgemäfs im Spezialausschalter sitzt, ist die Zugmeldeleitung in Ordnung.

Liegt das Abzweiggleis im Gegensatz zur bisheriger Annahme soweit entfernt, dafs der durchgehende Zug die Bedienung besorgt, um dann zur nächsten Station die Fahrt fortzusetzen, so kann die Sicherung derart geschehen, dafs jede der beiden Stationen zwei Schlüssel bekommt, die normal im Spezialausschalter der Zugmeldeleitung angebracht und blockiert sind. Alle vier Schlüssel haben die gleiche Form und passen alle zum Schlofs B der Gleissperre. Ein Schlüssel kann dem Spezialausschalter nur dann entnommen werden, wenn ein Sperrbolzen auf elektromagnetischem Weg bei gleichzeitigem Eingreifen der Diensthabenden beider Stationen bewegt wird, wobei zugleich die Zugmeldeleitung zwischen den Nachbarstationen unterbrochen wird und solange unterbrochen bleibt, bis der Schlüssel nach Ankunft des Zuges auf der nächsten Station in den Spezialausschalter dieser Station eingesetzt wird.

(Nordisk Jernbaner Tidskrift, 1925, Heft 5/6.) Dr. Saller.

Zuschrift an die Schriftleitung.

In dem Fachheft „Verschiebetechnik" 1926 vermisse ich Angaben bzw. die Bekanntgabe des Ergebnisses allfälliger betriebswirtschaftlicher Studien bezüglich der Beschädigung von Wagen in den Verschiebeanlagen verschiedener Systeme. Die Zahl dieser Beschädigungen ist von der Geschicklichkeit des Personales, von der Zweckmäfsigkeit der Verschiebeanlage, aber auch von der Bauart der Wagen abhängig. Nicht jedes Wagenlagergehäuse, nicht jede Lagerbauart, nicht jede Stofsvorrichtung, nicht jeder Achslagerhalter werden für Ablaufberge geeignet sein. Die Beseitigung der Verschiebeschäden an den Wagen kostet den Verwaltungen schweres Geld und vermindert die Wirtschaftlichkeit des Wagenumlaufes. Meines Erachtens müfste sich der V. D. E. V. eingehendst mit diesen Verschiebeschäden beschäftigen. In jedem Abrollbahnhofe sollten Aufschreibungen über die Schäden geführt, die einzelnen Wagenbauarten müfsten klassifiziert und in Reihen eingeteilt werden. Die Aufschreibungen müfsten ersehen lassen, wie viele Beschädigungen in den einzelnen Verschiebebahnhöfen im Verhältnisse zum Wagenumsatze vorkommen, wie viele Wagen der einzelnen Reihen im Verhältnisse zu ihrer Gesamtzahl und zu andern Reihen vorkommen, welche Bestandteile und bei welchen Wagenreihen meistens beschädigt werden.

Auf Grund solcher durch einige Jahre geführter Aufschreibungen würden

1. nicht vollkommen entsprechende Verschiebeanlagen erkannt,
2. würde erkannt, welche Wagentypen bezüglich ihrer Bauart ungeeignet und
3. welche Wagentypen bezüglich einzelner Bauteile (Lager, Achshalter, Tragfedern, Stofsvorrichtung usw.) nicht entsprechen.

Die unter 2 erwähnten Wagen müfsten aus dem durchgehenden Verkehre gezogen und Nebenzwecken zugeführt bzw. ausgemustert werden; bei den unter 3 erwähnten Typen müfsten die nicht entsprechenden Bauteile durch bereits bewährte Muster ersetzt werden.

Mit der mehr oder wenig schonungslosen Behandlung des Wagenmaterials mufs gerechnet werden; es müssen daher auch Konstrukteure und Erhaltungsorgane gebührend darauf Rücksicht nehmen, um Beschädigungen der Wagen tunlichst zu vermeiden und die Wirtschaftlichkeit des Wagenumlaufes zu erhöhen.

Ing. Karl Streller.

Von unserem Mitarbeiter auf diesem Gebiete erhalten wir dazu folgende Ausführungen, die wir des allgemeineren Interesses halber mit veröffentlichen.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat gerade im Hinblick darauf, dafs die rauhe Behandlung der Wagen im Ablaufbetrieb trotz aller Bemühungen nicht beseitigt werden kann, sowohl der Durchsetzung des Güterwagenparks mit neueren, kräftigeren Wagenbauarten wie der Verstärkung der schwachen Teile fortgesetztes Augenmerk zugewendet.

Die reichlichen Nachschaffungen von Güterwagen in den Jahren nach dem Kriege gestatteten eine grofszügige Ausmusterung der älteren schwachen Gattungen von 10 und 12,5 t Tragfähigkeit, so dafs diese heute in der Hauptsache nur mehr für untergeordnete Zwecke verwendet werden.

Schon seit 15 Jahren wurden die neugebauten Güterwagen allgemein mit Achshaltern aus Prefsblech an Stelle der früheren aus Flacheisen ausgerüstet und auch geschlossene Achslagergehäuse aus Flufseisengufs statt der früher üblichen zweiteiligen aus Gufseisen verwendet. Diese sogenannten DWV-Achslagergehäuse werden seit einigen Jahren anläfslich gröfserer Ausbesserungen auch in alle älteren Wagen eingebaut, so dafs binnen kurzem der Wagenpark der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit wenigen Ausnahmen nur mehr aus Wagen mit einteiligen geschlossenen Achslagergehäusen bestehen wird. Weiterhin werden diese und die zugehörigen Lagerschalen nunmehr alle auch lehrenhaltig hergerichtet, so dafs auch die Beschädigungen, die bisher an den Achslagerschalen wegen des oft vorhandenen Spieles zwischen Schale und Gehäuse durch die Stöfse beim Auffangen eintreten, wohl bedeutend zurückgehen werden. Da sich aber mit der Verstärkung dieser Bauteile zeigte, dafs nunmehr die Wirkung der Massenkräfte das Losewerden der Nieten zwischen Langträger und Achshalter noch mehr begünstigt, wird die Verbesserung dieser Nietverbindung angestrebt.

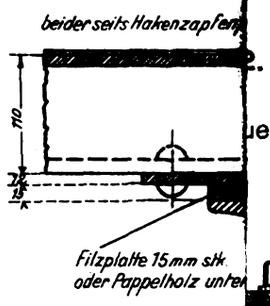
Auch die Befestigung der Tragfederbunde erwies sich als ungenügend; die Versuche des Wagenversuchsamtes Potsdam auf Ablaufbergen zeigten fast alle ein Verschieben der Tragfederblätter im Federbund nach 15 bis 20maligem Auffangen bei Geschwindigkeiten zwischen 10 und 20 km/h, wenn der Federbund mit Keilbefestigung in der bisher üblichen Weise warm aufgezogen und mit dem Vorschlaghammer angerichtet worden war. Dagegen trat keine Verschiebung ein, wenn der Federbund mit einer hydraulischen Presse angedrückt wurde, die gleichzeitig auf alle vier Seiten des Bundes wirken konnte. Es werden daher nach und nach die gröfseren Federwerkstätten mit solchen Maschinen ausgestattet.

Da sich auch die bisherigen Stangenpuffer den starken Stöfsen im Verschiebedienst nicht gewachsen zeigten und stets sehr viele Wagen den Werkstätten zum Pufferauswechseln zuliefen, entschlofs man sich auch zum Ersatz der Puffer aller Fahrzeuge durch kräftigere Hülsenpuffer, worüber auf Seite 512 des Jahrganges 1925 dieser Zeitschrift berichtet wurde. Wenn dann noch die notwendige Änderung der Pufferfedern durchgeführt ist, wird die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft einen Güterwagenpark besitzen, der dem Schlufssatze der Zuschrift vollauf genügen wird. Böttinger.

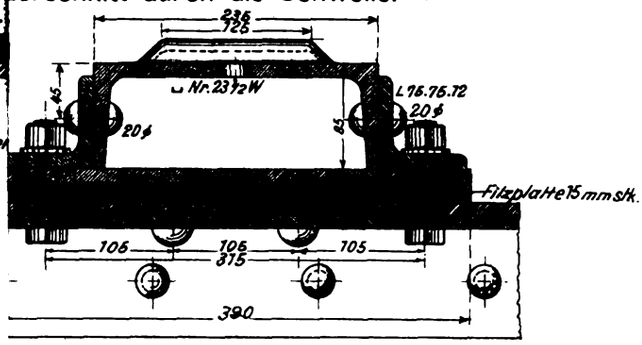
Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Schnitt a - b

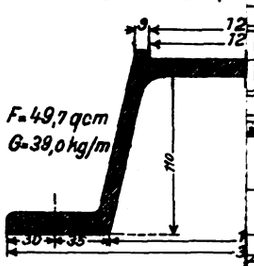


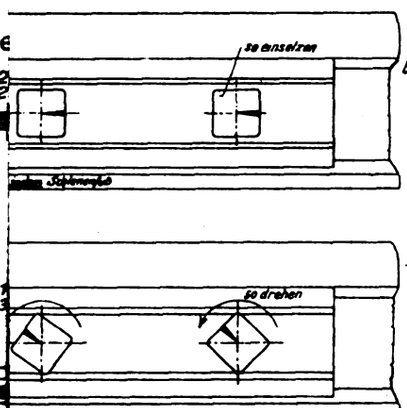
...uerschnitt durch die Schwelle. 1:6

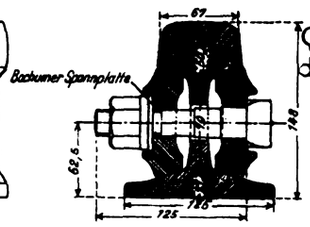


4.

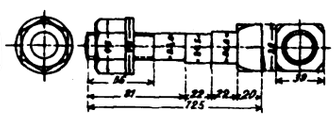
Schwellenque...





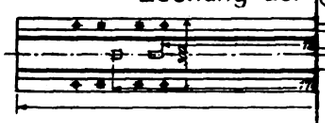


Querschnitt der Schiene S 49.



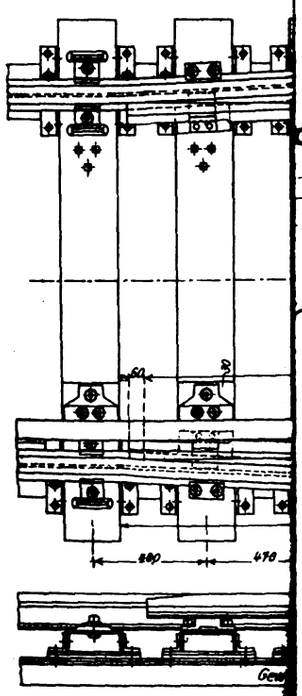
Exzenterbolzen.

Lochung der ...

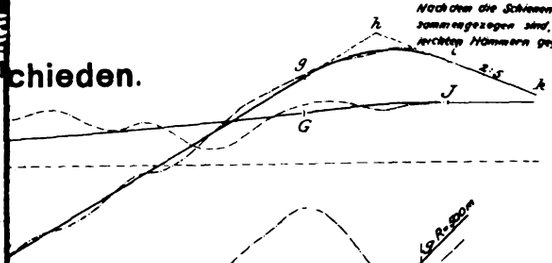


Die Stoßverbindung wird folgendermaßen hergestellt:

Nach Einführung der Schrauben und Aufbringen der Spannplatten werden die Muttern soweit angezogen, daß die Spannplatten noch nicht ganz gestreckt sind. Darauf werden die Laschen mit vielen leichten Hammerschlägen, wie auch sonst üblich, zur guten Anlage gebracht. Die Zeichen auf den Bolzenköpfen stehen dann wie in Fig. 1 angegeben. Nun beginnt man mit dem Einstellen der Bolzenköpfe, indem man die Nase derselben links um dreht und zwar so lange, bis man einen kräftigen Druck des Exzenters gegen den Schienensteg fühlt. Es stehen dann die Zeichen der Bolzenköpfe ungefähr wie in Fig. 2 angegeben ist. Sämtliche Bolzen müssen links herum gedreht werden, damit dieselben beim Anziehen der Muttern sich nicht zurück drehen können. Nachdem die Schienenenden durch das Drehen der Bolzen fest zusammengezogen sind, werden die Muttern unter nochmaligem leichten Hämmern gegen die Laschen fest angezogen.



...chieden.



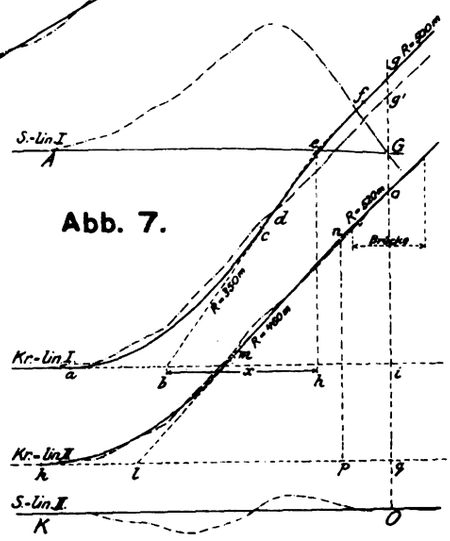


Abb. 7.

Abb. 5. Eisenbahnbr... Anordnung des Sch...

Kreidel's Verlag. München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau.

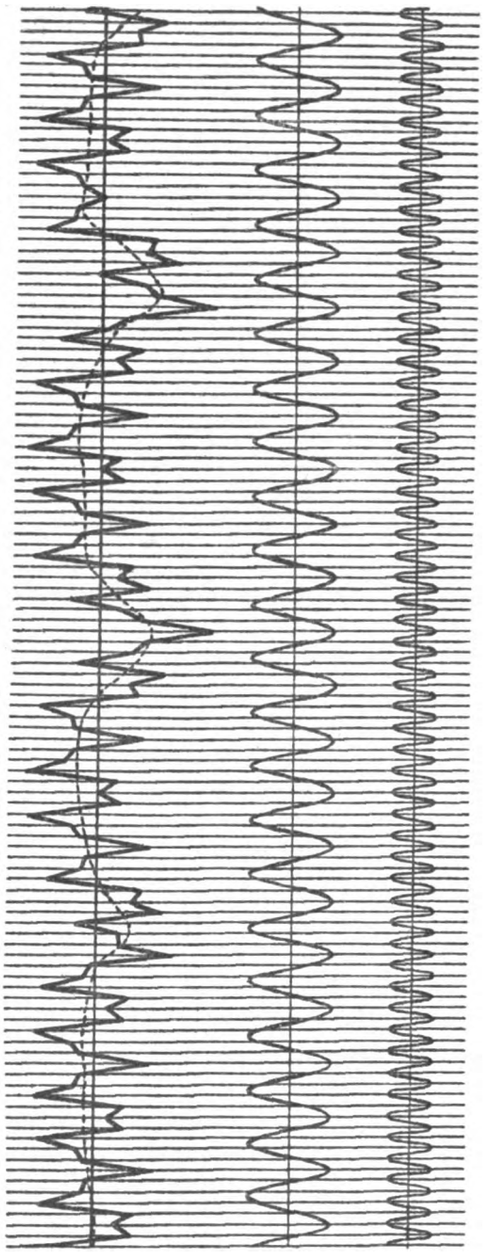
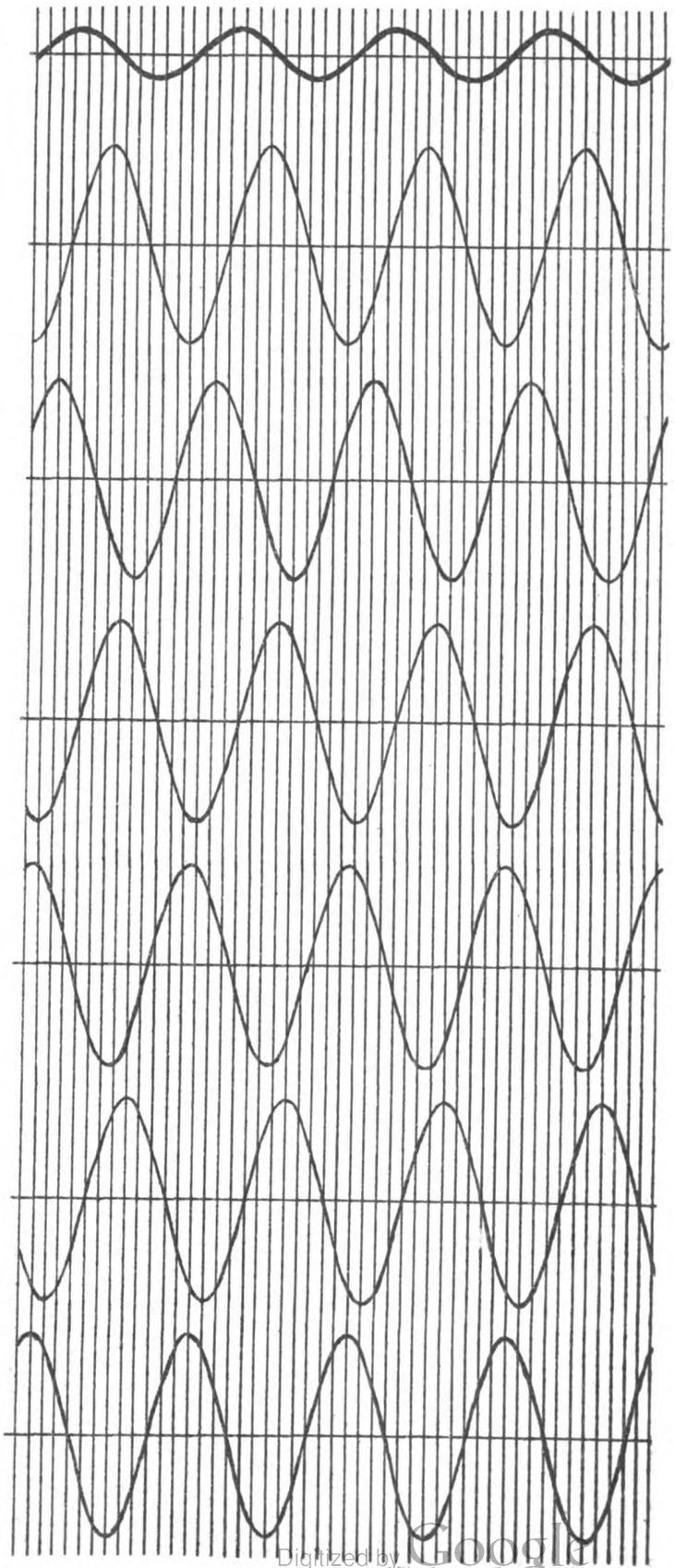


Abb. 1.

Abb. 2.



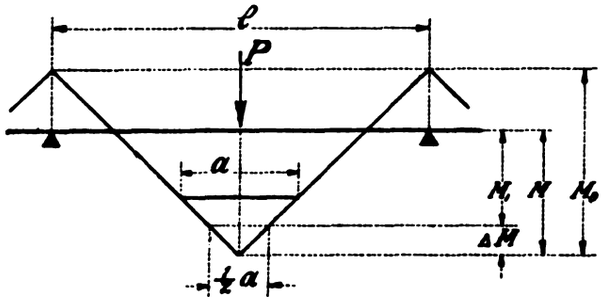


Abb. 3.

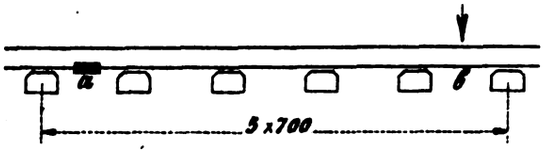


Abb. 4.

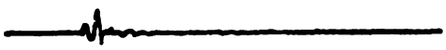


Abb. 5a.

Abb. 5b.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
81. Jahrgang 30. November 1926 Heft 22

Neue Vorschläge zum Vermessen von Dampflokomotiven.

Von Reichsbahnrat R. Janisch, Halle.

Einleitung.

Die Gröfsenverhältnisse sind bei den neueren Lokomotivgattungen ständig gewachsen und haben bei den Einheitslokomotiven bisher in Deutschland unbekannte Ausmafse erreicht. Beim Vermessen verursacht die Einhaltung der Lagemafse zwischen den einzelnen Lokomotivteilen immer gröfsere Schwierigkeiten; sie mufs aber, wie schon das Beispiel der G 12-Lokomotiven (jetzige Betriebsgattung G 56.16, Bauart 58) gezeigt hat, mit gröfstmöglicher Sorgfalt durchgeführt werden, weil die erwarteten Betriebsleistungen sonst trotz werkgerechter Ausführung der Einzelteile nicht erzielt werden können. Wenn auch die vom Eisenbahn-Zentralamt vorgeschriebenen Körnermarken zur Kennzeichnung der Zylinder- und Achswellenmittellinien an sich einen beachtenswerten Fortschritt bedeuten, so bietet doch das übliche Mefsverfahren keine ausreichende Gewähr, dafs die Marken bei den vorhandenen Lokomotiven erstmalig richtig eingeschlagen oder, falls dies wirklich zutrifft, dafs die Mittellinien bei allen späteren Ausbesserungen auch tatsächlich stets wieder in der richtigen Lage zueinander angeordnet werden. Auf Grund von Anregungen, die während des Umbaues der G 12-Lokomotiven entstanden sind, hat die Lokomotivfabrik von Henschel & Sohn G. m. b. H. in Cassel neuerdings ein Vermessungsverfahren durchgebildet, nach dem sich die Lagemafse nicht nur unabhängig von ihrer Gröfse sicher ermitteln, sondern auch beim Neubau und bei allen Ausbesserungen einer Lokomotive zuverlässig in volle Übereinstimmung mit den Werkzeichnungen bringen lassen. Das neue Verfahren ist als eine Erweiterung der bewährten »Richtlinien für das Vermessen der Lokomotiven« *) zu betrachten und benutzt im wesentlichen die gleichen, altbekannten Mefsgeräte. Seine Eigenart beruht in der neuartigen Anordnung der Mefsgeräte und in der besonderen Aufstellung des Rahmens.

Die Einheitslokomotiven sind nach den Grundsätzen des Austauschbaues mit einer Genauigkeit hergestellt worden, wie sie bei früheren Neubauten nie erreicht worden ist. Den Eisenbahn-Ausbesserungswerken steht die schwierige Aufgabe bevor, die Einheitslokomotiven dauernd in ihrem hochwertigen Zustande zu erhalten und die Regeln des Austauschbaues auch bei der Ausbesserung der älteren Lokomotiven durchzuführen. Diese Aufgabe dürfte durch das Henschelsche Mefsverfahren wesentlich erleichtert werden. Seine Grundzüge und einige Vorschläge für seine Anwendung bei der Lokomotivausbesserung sollen im folgenden beschrieben werden.

Allgemeine Vermessungsgrundlagen.

Bekanntlich ist die Form eines Körpers, eines Werkstückes oder eines Lokomotivteils durch die Abstände seiner einzelnen Punkte von drei aufeinander senkrechten Ebenen (»Bezugsebenen«) vollständig bestimmt. Werden mehrere Einzelteile von gegebenen Abmessungen wie bei der Lokomotive in der Weise zusammengesetzt, dafs ihre gleichgerichteten Bezugsebenen einander parallel sind, so ist die Anordnung der gesamten Lokomotive, zwar durch die gegenseitigen Abstände der Bezugsebenen eindeutig festgelegt, sie tritt aber sinnfälliger hervor und läfst sich, wie aus den folgenden Darlegungen hervorgeht, besser vermessen, wenn man die Bezugsebenen des für den Zusammenbau wichtigsten Einzelteils als »Hauptebenen« betrachtet und die Abstände der übrigen Bezugsebenen sämtlich nach diesen Hauptebenen bestimmt. Die Vermessungsebenen stimmen mit den entsprechenden Schnitten der Werkzeichnungen überein, so dafs die Zeichnungsmafse ohne weiteres auf eine auszuführende Lokomotive übertragen oder mit den Abmessungen einer vorhandenen Lokomotive verglichen werden können.

Die Werkzeichnungen stellen den »Urzustand« dar. Die »Urmafse« behalten für die ganze Lebensdauer der Lokomotive Gültigkeit; nur dort, wo sich gewisse Einzelabmessungen aufeinander gleitender Einzelteile infolge der natürlichen Abnutzung verändern, treten neue Mafse, die »Pafsmafse«, an die Stelle der Urmafse. Da aber die vorgeschriebenen Abmessungen bei der Herstellung eines Werkstückes nie genau getroffen werden können, legt man neuerdings von vornherein zwei Grenzmafse, zwischen denen das ausgeführte Mafs schwanken darf, fest und bezeichnet deren Unterschied als »Toleranz«. Eine Zusammenstellung von Toleranzen befindet sich in den »Richtlinien« und in den »Toleranzvorschriften für die Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft«. Durch diese Vorschriften ist auch die Herstellungsgenauigkeit und Prüfung der Toleranzlehren festgelegt. Das Vermessen der Einzelteile selbst kann in bekannter Weise erfolgen; dagegen erfordert die Bestimmung der Lagemafse, die ja in der Regel nicht umittelbar abgegriffen werden können, besondere Vorkehrungen. Diese grundsätzlichen Vorstellungen behalten ihre volle Gültigkeit, obwohl die Vermessungsebenen nicht greifbar dargestellt werden können, sondern durch planmäfsig angeordnete Lineale, Schnüre, Fernrohre usw. ersetzt werden müssen.

Bei der Dampflokomotive bestimmt der Rahmen als gemeinsames Bindeglied die gegenseitige Lage der meisten Einzelteile und vermittelt die Kraftübertragung zwischen den Zylindern, den Treibrädern und dem Zughaken. Man geht daher beim Vermessen von folgenden Hauptebenen aus: erstens von der wagrechten Ebene durch die Mittellinien der Aufsenzylinder und der zugehörigen Treibachswelle, der »Hauptplanebene«, zweitens von der lotrechten Längsmittelebene des Rahmens, der »Hauptlängsebene«, und drittens von der lotrechten Ebene durch die Mittellinie der genannten Treibachswelle, der »Hauptquerebene«. Die Hauptplan- und die Hauptquerebene werden durch Körnermarken an den Rahmenaufsenflächen dauerhaft gekennzeichnet, während die Hauptlängsebene ohne weiteres als Mittelebene zwischen den Rahmeninnenflächen gegeben ist. Die Hauptebenen der Lokomotive fallen mit den Bezugsebenen des Rahmens zusammen. Durch eine besondere Linealordnung, die als Ersatz für eine grofse Richtplatte dient, kann man nun jederzeit an beliebiger Stelle eine wagrechte Ebene herrichten und nach ihr die Hauptplanebene mit Hilfe der zugehörigen Körnermarken recht genau einwiegen. Die Hauptlängs- und die Hauptquerebene sind dann lotrecht zu ihr angeordnet und durch die entsprechenden Körnermarken

*) Erste Auflage, herausgegeben vom Eisenbahn-Zentralamt im August 1924.

Digitized by Google

oder die Rahmeninnenflächen eindeutig festgelegt. Nur wenn man die drei Hauptebenen beim Neubau und bei allen Ausbesserungen in ihrer Uranordnung darstellt, kann man auch die übrigen Bezugsebenen und mit ihnen die Teile selbst in ihre Urlage bringen. Nur dann können solche Bezugsebenen, deren entsprechende Schnitte sich in den Werkzeichnungen decken, auch bei der Ausführung wieder zusammenfallen, so dafs die sich entsprechenden Mafse (auch die Pafsmafse) zusammengehöriger Einzelteile leicht und zuverlässig aufeinander abgestimmt werden können. Nur dann können alle Einzelteile nach Mafsangaben

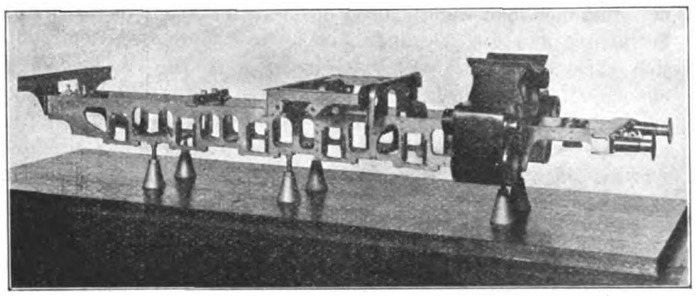


Abb. 1. Aufstellung des Rahmens auf Windeböcken.

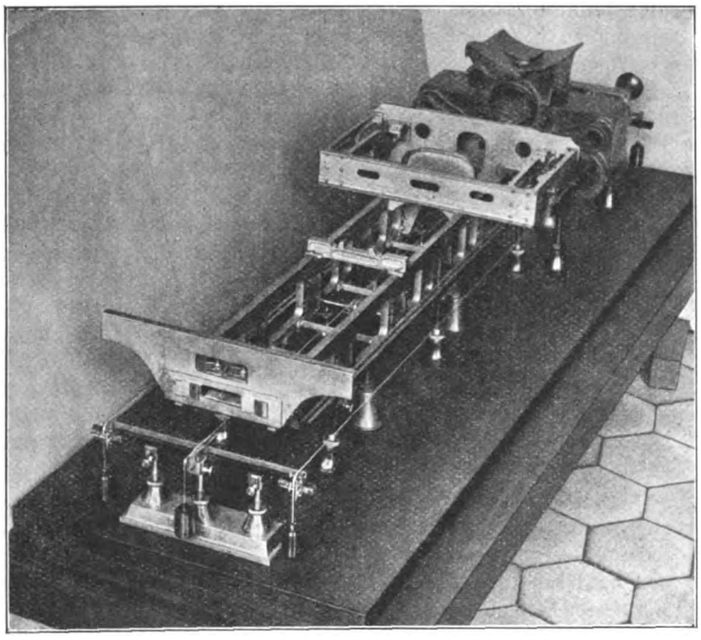


Abb 2. Anordnung der langen Lineale zum Einwiegen des Rahmens. Schnurhalter. Zylinderschnüre in Urlage.

unabhängig von einander gefertigt und ohne weitere Anpassungsarbeiten in der Uranordnung zusammengebaut werden. Dabei wird man die Pafsmafse von solchen Teilen, deren Urabmessungen übereinstimmen, sofern nicht besondere Gründe dagegen sprechen, auch bei der Ausbesserung wieder untereinander gleich grofs machen, um das Vermessen zu vereinfachen und um Verwechslungen vorzubeugen. Die Bezugsebenen der Einzelteile brauchen nicht dauernd gekennzeichnet zu werden; jedoch müssen die ursprünglichen Passungssitze und Spielräume stets wiederhergestellt werden. Nach den Hauptebenen sollen die gleichgerichteten Bezugsebenen ohne Rücksicht auf die Form des betreffenden Einzelteiles einfach als »Plan«-, »Längs«- und »Querebenen« und die zu ihnen senkrechten Mafse als »Höhen«-, »Quer«- und »Längsmafse« bezeichnet werden. Es dürfte sich empfehlen, für jede Lokomotivgattung die für das Vermessen wichtigen Verhältnisse in einer besonderen »Vermessungsanweisung« zusammenzustellen.

Rahmen, Zylinder und Schieberkästen.

Aufstellung des Rahmens. Zur Herstellung der Hauptebenen wird der Rahmen mit den Zylindern, aber ohne die Achsgabelstege und ohne den Kessel vermessen. Zum Einwiegen wird er in Längsabständen von höchstens 4 m durch paarweise angeordnete, senkrecht verstellbare Windeböcke unterstützt (Abb. 1); je zwei von diesen werden unter dem Rauchkammer- und dem Stehkesselträger angesetzt, so dafs sie später beim Einbringen des Kessels dessen Last unmittelbar aufnehmen können, ohne dafs der Rahmen seine Form merklich ändert. Die Kopfstücke der Windeböcke sollen geringe Querverschiebungen des Rahmens zulassen, damit er sich frei einstellen und beim Richten unbehindert nachgeben kann.

Zunächst soll vorausgesetzt werden, dafs noch keine Körnermarken zur Kennzeichnung der Hauptplan- und Hauptquerebene vorhanden sind. Dicht neben beiden Rahmenaufsenflächen werden hinter den Aufsenzylindern hochkant stehende Längslineale verlegt und unabhängig vom Rahmen durch eine ausreichende Zahl von senkrecht verstellbaren Ständern unterstützt. Zwei kürzere Lineale werden sinngemäfs durch die Aufsenzylinder gesteckt (Abb. 2)*). Nunmehr richtet man mittels einer Wasserwage und einiger Querlineale die Oberkante der vier Längslineale wagrecht und in gleicher Höhe ein. Sobald die Wasserwage (bei Abgleichung entgegengesetzter Ausschläge) nirgends gröfsere Abweichungen als 0,1 mm auf 1 m Länge anzeigt, werden die Rahmenoberkanten durch Verstellen der Windeböcke in eine gemeinsame Ebene gebracht, die um den ursprünglichen Höhenabstand zwischen der Hauptplanebene und den Rahmenoberkanten (zuzüglich 10 mm) über der Ebene durch die Linealoberkanten liegt (Abb. 3)**); Höhenabsätze der Rahmenoberkanten können ohne weiteres berücksichtigt werden. Dabei dürfen die Rahmenwangen um höchstens 1 mm auf 1 m Höhe gegen die Lotrechte geneigt sein. Bei abgenommenen Achsgabelstegen macht das Einwiegen keinerlei Schwierigkeiten; denn es ist sowohl die einzelne Rahmenwange in ihrer Längsrichtung, als auch der ganze Rahmen über Eck recht nachgiebig. Bei den G 12- Lokomotiven liefs sich z. B. der gröfste Unterschied in der Höhenlage der (bearbeiteten) Barrenoberkanten leicht auf weniger als 1 mm beschränken***).

Vermessen der Zylinder und Schieberkästen. Dünne Stahldrähte, Hanfschnüre oder Seidenschnüre, die hier allgemein als »Schnüre« bezeichnet werden sollen, hängen unter den Verhältnissen, wie sie beim Vermessen einer Lokomotive in Frage kommen, in einer lotrechten Ebene durch und zwar angenähert nach der Formel

$$y = \frac{G}{2\,S}\,x^2,$$

wenn der Nullpunkt des Achsenkreuzes mit dem Scheitelpunkt der Seillinie zusammenfällt. In der Formel bedeutet: G in g/m das Eigengewicht der Schnur, S in kg ihre Spannung, x in m den wagrechten und y in mm den senkrechten Abstand eines beliebigen Kurvenpunktes vom Nullpunkt. Der in Abb. 4 dargestellten Seillinie und den Zahlenbeispielen ist der für

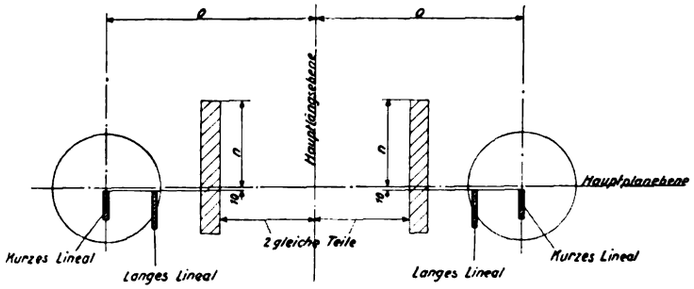
*) Die langen Lineale selbst in die Zylinderlängsebenen zu legen und durch die Zylinder hindurch zu führen, ist leider nicht angängig, weil das Einstellen der Körnermarken und das Ausmitteln der Zylinder wesentlich erschwert werden würde.

**) In den Skizzen sind die Pafsmafse mit den Buchstaben a usw., die Urmafse mit den Buchstaben n usw. bezeichnet.

***) Diese Anforderungen können nicht erfüllt werden, wenn der Rahmen auf nicht nachstellbaren Stützen gelagert wird.

Digitized by Google

genaue Messungen recht brauchbare Stahldraht von 0,3 mm Stärke (G = 0,56 g/m) bei 6 kg Spannung zugrunde gelegt. Die Enden der Schnur sollen über leicht drehbare Rollen geführt und durch frei herabhängende Gewichte belastet werden, damit die vorgesehene Spannung auch tatsächlich erzielt wird. Die Rollen selbst sind, um das Einrichten der Schnur zu erleichtern, wagrecht und lotrecht verstellbar in besonderen Schnurhaltern gelagert (Abb. 2). Für Vormessungen sind Hanf- und Seidenschnüre geeigneter, die bequem auf- und abgeworfen werden können, falls sie die Arbeiten behindern. Der Stahldraht darf keine Knicke, die Hanf- oder Seidenschnur keine Knoten haben, weil sonst erhebliche Mefsfehler auftreten können.



Mafsstab 1:40.

Abb. 3. Querschnitt durch die Zylinder. Anordnung der hochkant stehenden Lineale.

Bei geringen Entfernungen vom Scheitelpunkt steigt die Seillinie wenig an, z. B. bei 0,45 m (halbe Zylinderlänge) um 0,01 mm und bei 1,0 m um 0,05 mm. Läfst man also den Scheitelpunkt der Seillinie mit dem Mittelpunkt des Zylinders zusammenfallen, so wird die Zylindermittellinie innerhalb des Zylinders und in seiner nächsten Umgebung durch die Schnur mit einer Genauigkeit, die weit unter der zulässigen Toleranz liegt, gekennzeichnet; selbst beträchtliche Änderungen des Eigengewichtes oder der Spannung der Schnur verschieben das Ergebnis nur unwesentlich.

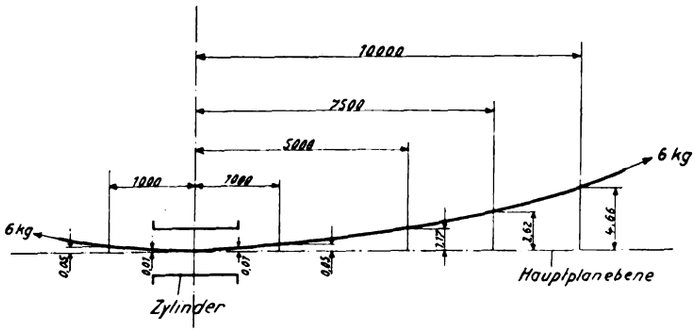


Abb. 4. Seillinie für Stahldraht von 0,3 mm Stärke bei 6 kg Spannung.

Sobald der Rahmen eingewogen ist, wird eine Schnur zur Kennzeichnung der Hauptlängsebene die »Rahmenschnur«, gestreckt und an der Zylinderquerverbindung und am Kuppelkasten, wo beide Rahmenwangen fest gegeneinander versteift sind, in der Mitte zwischen den Rahmeninnenflächen eingerichtet. Ferner werden die Schnüre für die beiden Aufsenzylinder verlegt (Abb. 2). Schliefslich werden auf die kürzeren Längslineale an jedem Zylinderende Mefsklötzchen von 9,85 mm Höhe (10 mm weniger der halben Schnurstärke) aufgebracht. Mit den lotrechten und wagrechten Schnurhalterschrauben wird dann jede Zylinderschnur solange verstellt, bis sie die Mefsklötzchen gerade berührt und den Urabstand von der Rahmenschnur hat, sich also unmittelbar am Zylinder in der Urlage befindet*).

Nunmehr prüft man den Rahmen auf Verbiegungen in der Querrichtung, indem man den Querabstand der Rahmeninnenflächen von der Rahmenschnur oder der Rahmenaufsenflächen von den Zylinderschnüren über die ganze Länge des Rahmens hinweg mifst. Die Abweichung gegenüber dem Urmafs soll im allgemeinen ± 2 mm und an den Achslagerausschnitten ± 1 mm nicht überschreiten, damit die Achslagerführungen, deren Längsmittelebenen nach den Vermessungsgrundlagen stets den Urabstand von der Hauptlängsebene erhalten, gegen die Rahmenwangen nicht zu stark einseitig verschoben werden. Mit einer Innenschraublehre mifst man

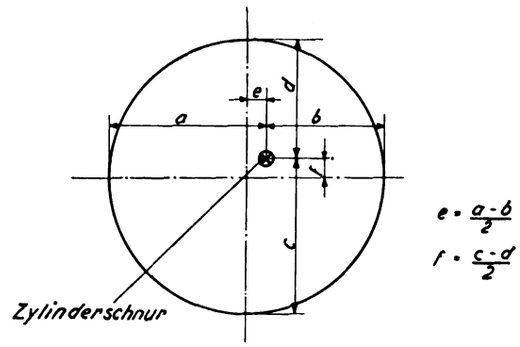
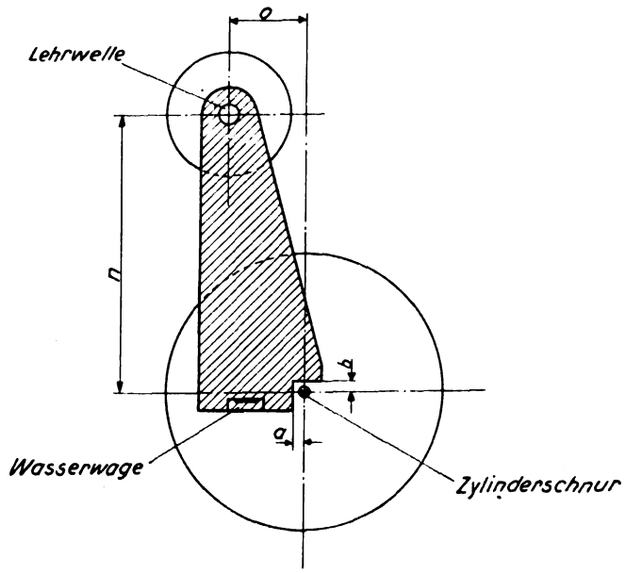


Abb. 5.
Bestimmung der Zylinderlage nach der Zylinderschnur, die sich in der „Urlage der Zylindermittellinie" befindet. e und f sind die Abweichungen der wirklichen Zylindermittellinie von der Urlage.



Abweichung wagrecht: (10—a) mm
senkrecht: (10 – b) mm.

Abb. 6. Dreiecklehre zum Vermessen der Schieberkastenlage. Zylinderschnur in Urlage.

die wagrechten und lotrechten Abstände der Deckelbohrungen von jeder Zylinderschnur (Abb. 5) und berechnet daraus die Abweichung der wirklichen Zylindermittellinie gegenüber der

*) Wird die Schnur nach den Deckelbohrungen, also in der wirklichen Zylindermittellinie eingerichtet, so ist die mafsstäbliche Bestimmung der Zylinderlage erheblich schwieriger, zumal da die beim Einstellen der Schnur begangenen Fehler an den Rahmenenden vergröfsert erscheinen. Nach derartig verlegten Zylinderschnüren allein, d. h. ohne Bezugnahme auf die Hauptplan- und Hauptlängsebene, ist eine sachgemäfse Bestimmung der Zylinderlage nicht möglich.

Digitized by Google

durch die Schnur dargestellten Urlage. In jeden Schieberkasten führt man ferner eine Lehrwelle gleichachsig zu den Deckelbohrungen ein und bringt auf jedes Ende der Lehrwelle eine Dreiecklehre nach Abb. 6 auf. Die Schieberkastenmittellinie befindet sich in der Urlage, wenn die Mefskanten des Rechteckausschnittes beim Einspielen der Wasserwage je 10 mm Abstand von der zugehörigen Zylinderschnur haben. Sind die tatsächlichen Abstände gröfser oder kleiner als 16 mm, so geben die Unterschiede die Abweichung der wirklichen Schieberkastenmittellinie gegenüber ihrer Urlage nach Höhen- und Querrichtung mafsstäblich an. Die Toleranzen für den Querabstand eines Zylinders und Schieberkastens sollten auch bei den vorhandenen Lokomotiven auf ± 0,3 mm (»Toleranzvorschriften«) beschränkt werden, da die Längsebene des Zylinders mit denen aller Triebwerksteile und die Längsebene des Schieberkastens mit denen aller Steuerungsteile (von planmäfsigen Querversetzungen abgesehen) zusammenfällt und da alle Einzelteile nach den

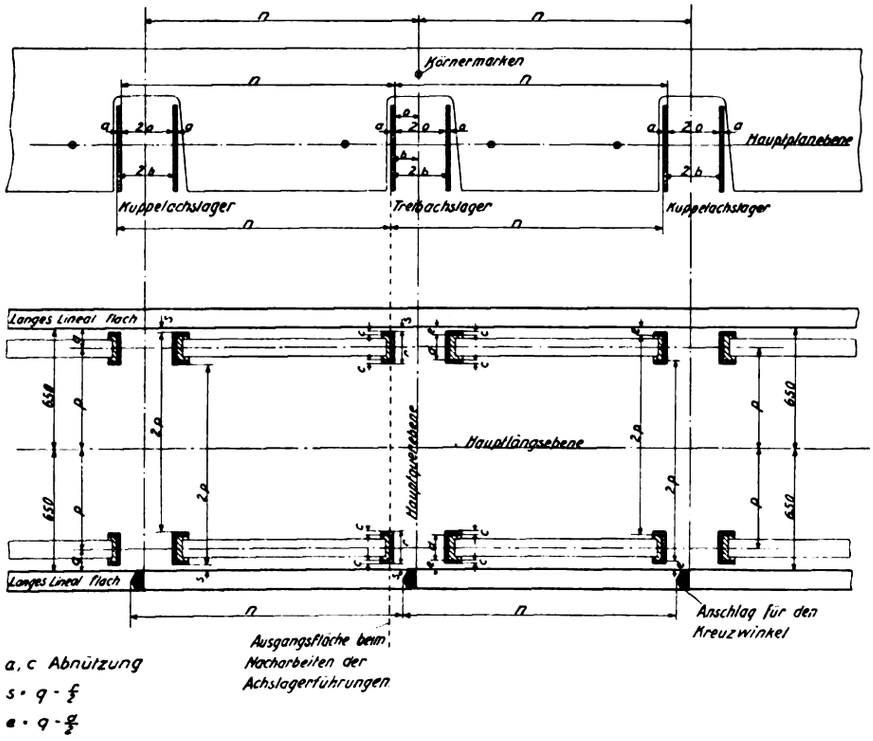


Abb. 7. Achslagerführungen schematisch. Bei der Bearbeitung geht man von der festen Gleitfläche des rechten Treibachslagers aus. Auf dem (in der Skizze) unteren Längslineal sind die Anschläge für den Kreuzwinkel sichtbar.

Vermessungsgrundlagen in bezug auf ihre gemeinsamen ursprünglichen Längsebenen vermessen werden sollen. Dabei sollte die Verlängerung der wirklichen Zylindermittellinie, falls sie der Hauptlängsebene nicht genau parallel liegt, am Treibzapfen um höchstens ± 0,5 mm (halbes einseitiges Spiel zwischen der Lagerstirnfläche und dem Zapfenbund) vom Urabstande abweichen, damit der Lauf des Treibstangenlagers weder durch Schrägstellung zum Zapfen noch durch Bundreibung gefährdet wird. Für die Höhenlage eines Zylinders und Schieberkastens können doppelt so grofse Toleranzen wie für die Querlage (also ± 0,6 mm) zugelassen werden, weil die wagrechten Gelenke im Treib- und Steuergestänge einen genügenden Ausgleich herbeiführen. Gehen die Abweichungen über die zulässigen Grenzen hinaus, so wird man zunächst die Rahmenwangen (beim Barrenrahmen warm) richten und dabei etwaige Unstimmigkeiten der Zylinderlage soweit als möglich schon durch geschickte Vermittlung zu beseitigen versuchen. Zylinder, die den Anforderungen nicht genügen, werden an den Anlageflächen nachgehobelt*); mufs ausnahmsweise ein Blech zwischen Zylinder und Rahmen beigelegt werden, so soll es gleichbleibende Wandstärke haben. Die Schnüre für Innenzylinder werden ebenfalls in der Urlage gestreckt. Einseitiges Auslaufen der Zylinder und der Schieberbuchsen ist hauptsächlich auf falsche Anordnung der Triebwerks- und Steuerungsteile zurückzuführen. Kann die Rahmenschnur ausnahmsweise nicht in der angegebenen Weise durchgeführt werden, so werden die Schnüre für die Aufsenzylinder an der Zylinderquerverbindung und am Kuppelkasten auf beiderseits gleiche Entfernungen von den Rahmenaufsenflächen eingestellt, wobei sie natürlich wieder im Urabstande voneinander liegen müssen.

Ermittlung der Hauptebenen. Sobald der Rahmen gerichtet ist, wird die Hauptplanebene 10 mm über den Oberkanten der Längslineale möglichst über die ganze Länge des Rahmens hinweg angerissen. Wenn dies wegen der Bauart der Lokomotive auf einer gröfseren Strecke nicht möglich ist, wird eine Hilfsebene über oder unter der Hauptplanebene gekennzeichnet. Um die Hauptplanebene dauerhaft festzulegen, werden nach den Rissen unmittelbar vor und hinter den Aufsenzylindern und den Treibachslagerausschnitten, neben jeder festen Achslagerführung sowie an sonstigen wichtigen oder weiter entfernten Stellen Körnermarken auf kleinen Messingschrauben eingeschlagen (Abb. 7). Die Körnermarken beiderseits der Treibachslagerausschnitte erhalten zahlenmäfsig bestimmte, gleichgrofse Längsabstände von der Hauptquerebene. Zum Ausmessen der Treib- und Kuppelachslagerführungen wird dann auf jeder Lokomotivseite ein Längslineal auf besonderen, S-förmig gebogenen Haltern, die am Rahmen angeklemmt werden, flach verlegt. Die Linealhalter sind mit Höhenstellschrauben zum Einwiegen der Lineale versehen, dürfen aber die Querverschiebung der Lineale nicht behindern. Für jedes Lineal werden zwei feste Anschläge so am Rahmen angebracht, dafs die Innenkanten stets 650 mm von der Hauptlängsebene (Rahmenschnur), also 1 300 mm voneinander entfernt sind. Die Innenkanten bilden die Ausgangsstellen für die weiteren Quermessungen, während die Aufsenkanten als Anlagestellen für den Kreuzwinkel dienen. Wenn die Lineale die Arbeiten behindern, können sie unbedenklich entfernt und wieder aufgelegt werden, ohne dafs die Genauigkeit leidet. Die Lineale brauchen nur so lang zu sein, dafs ihre Enden je etwa 0,6 m über die äufsersten Treib- oder Kuppelachslagerführungen hinausreichen.

Decken sich die Querebenen der beiden Aufsenzylinder (zwischen den Deckelschleifflächen gemessen) annähernd, so wird man die Hauptquerebene im ursprünglichen Längsabstande von dieser gemeinsamen Zylinderquerebene anzuordnen suchen, damit die Kolbenstangen stets die Urlänge erhalten. Sind dagegen die Zylinder um mehr als 2 mm gegeneinander verschoben oder macht die Unterbringung der Achslager Schwierigkeiten, so legt man die Hauptquerebene in der Weise, dafs sich die Achslager möglichst nach den Werkzeichnungen in

*) Unzweckmäfsig ist es, die gewünschte Lage der Zylindermittellinie durch Schrägbohren des Zylinders herbeizuführen, um das Abnehmen des Zylinders zu ersparen. Denn dabei wird die Wandstärke einseitig geschwächt und die Deckelbohrung gröfser; aufserdem werden die Deckelschrauben nicht mehr senkrecht zu der neuen Deckelschleifleiste stehen.

Digitized by Google

die Rahmenausschnitte einbauen lassen; denn eine Längsverschiebung der Zylinder ist zum mindesten beim Barrenrahmen nur in den engsten Grenzen möglich. Der Übelstand, dafs die Kolbenstangenlängen unter diesen Umständen von Fall zu Fall angepafst werden müssen, ist nicht zu umgehen. Der Längsabstand des Schieberkastens von der Hauptquerebene darf dagegen bei der üblichen Bauart in ziemlich weiten Grenzen schwanken, da die Länge der Schieberstange planmäfsig verstellt werden kann. Die gewählte Hauptquerebene wird auf beiden Rahmenaufsenflächen mittels Kreuz- und Anschlagwinkels durch lotrechte Risse gekennzeichnet und durch je eine Körnermarke, die wieder auf kleinen Messingschrauben eingeschlagen ist, dauerhaft gesichert. Somit sind alle drei Hauptebenen eindeutig festgelegt.

Beim Vermessen eines Rahmens, der bereits gekennzeichnet ist, geht man naturgemäfs nicht wieder auf die Rahmenoberkanten zurück, sondern richtet die Hauptplanebene unmittelbar nach ihren Körnermarken ein. Im übrigen bleibt der Gang des Vermessens unverändert. Selbstverständlich müssen bei dieser und bei allen folgenden Messungen jedesmal alle für die Gesamtanordnung wichtigen Mafse nachgeprüft werden. Zu grofse Abweichungen von den Urmafsen lassen darauf schliefsen, dafs im Betriebe irgend welche, nicht ohne weiteres erkennbare, aber vielleicht betriebsgefährliche Veränderungen vorgekommen sind. Betrachtet man die Körnermarke am rechten Treibachslager als Nullpunkt, so darf keine andere Körnermarke um mehr als 0,3 mm höher oder tiefe liegen.

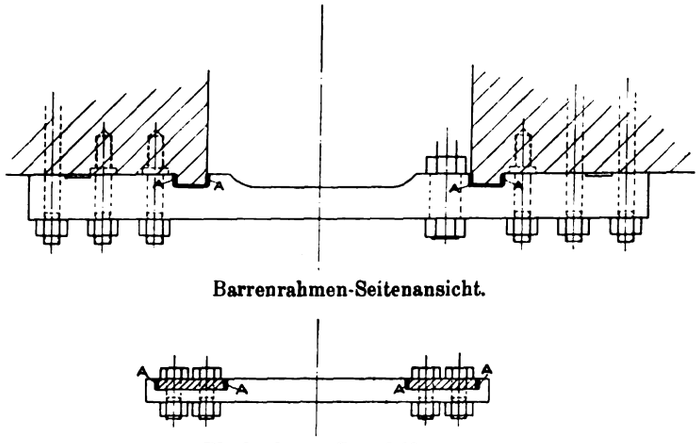
Achsgabelstege. Die Achslagerausschnitte bilden die schwächsten Stellen des Rahmens. Bei losem Sitz der Achsgabelstege würden sie unter dem Spiel der Kolbenkräfte und Schienenstöfse federn; es würden fortgesetzt Längenunterschiede zwischen den Radständen und Kuppelstangen eintreten und schnell zur Zerstörung der Achs- und Stangenlager führen. Infolgedessen müssen die Achsgabelstege so fest mit dem Rahmen verspannt werden, dafs sich die Achslagerausschnitte weder auseinanderziehen noch zusammenrücken können; diese Bedingung kann als erfüllt gelten, wenn sich die 0,05 mm = Fühllehre an den quergerichteten Anlageflächen jedes Steges nirgends einführen läfst. Auch die übrigen Anlageflächen sollen satt aufeinandergepafst werden, damit die Befestigungsschrauben nicht auf Biegung beansprucht werden (Abb. 8).

Durch das Anbringen der Achsgabelstege wird der Rahmen wesentlich steifer; er kann bei einiger Vorsicht ohne Schaden an eine andere Stelle befördert und hier von neuem wagrecht eingewogen werden. Rahmenbau und Zusammenbau können also unbedenklich auf verschiedene Werkstattsabteilungen verteilt werden.

Einwiegen des Rahmens ohne lange Lineale. Will man die langen hochkant stehenden Lineale vermeiden, so kann man die Hauptplanebene auch in folgender Weise herstellen. Man verlegt an den Rahmenenden und dazwischen in Achslagerausschnitten oder an sonst geeigneten Stellen zunächst einige kräftige Querlineale und bringt deren Oberkanten mittels Wasserwage und kürzerer Längslineale in eine gemeinsame wagrechte Ebene (Abb. 8a). 10 mm über dieser Ebene stellt man dann die Körnermarken der Hauptplanebene mit den gleichen Längslinealen ein. Die Rahmenschnur wird unverändert beibehalten; die Zylinderschnüre kommen wieder in die Urlage der Zylindermittellinien, sie werden aber unmittelbar nach den beiden Querlinealen, die vor und hinter den Zylindern liegen, in die richtige Höhenlage gebracht. Der Längsabstand je zweier benachbarter Querlineale sollte 3 m nicht wesentlich übersteigen.

Vermessen mit optischen Hilfsmitteln. Bei Rahmen von mehr als etwa 11 m Länge wird es zweckmäfsig sein, die Querlineale zwar ähnlich wie im vorigen Absatz zu verlegen, ihre Oberkanten aber optisch in eine gemeinsame wagrechte Ebene einzuwiegen. Die Rahmenschnur bildet auch hier wieder die Ausgangsstelle für die Quermessungen. Dagegen wird man an Stelle der Zylinderschnüre zwei Fernrohre etwa vom hinteren Rahmenende aus so einrichten, dafs ihre optischen Achsen in die Urlage der Zylindermittellinien fallen. Bei dieser Anordnung macht es keine besonderen Schwierigkeiten, aufser den Zylindern auch die Schieberkästen, Achslagerführungen, Steuerwellenlager u.s.w. optisch zu vermessen. Für die Werkstattsarbeiten wird man sich aber voraussichtlich darauf beschränken, die Hauptplanebene optisch einzurichten. Denn die Rahmen- und Zylinderschnüre, sowie die Lineale und Kreuzwinkel ermöglichen nicht nur recht genaue Messungen, sondern geben vor allen Dingen ein anschauliches Bild vom Vermessungsgang. Jedoch wird das rein optische Verfahren eine wertvolle Ergänzung des mechanischen Verfahrens für die Nachprüfung der fertigen Lokomotive bilden.

Mafsstab 1 : 10.



Barrenrahmen-Seitenansicht.

Blechrahmen-Grundrifs.
Kanten A fein anpassen.
Abb. 8. Achsgabelstege für Barren- und Blechrahmen.

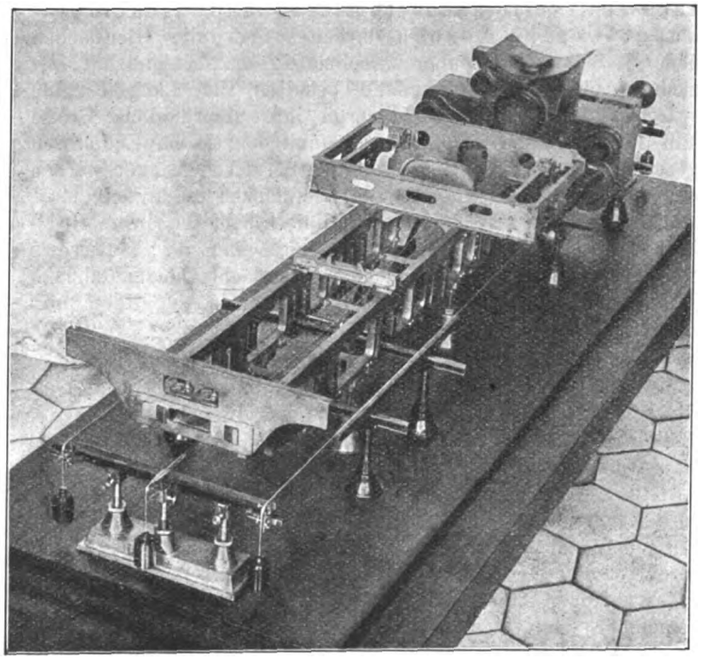


Abb. 8a. Einwiegen des Rahmens mit kurzen Querlinealen.

Zug- und Stofsvorrichtungen, Drehzapfen u.s.w.

Digitized by Google

Nach der Rahmenschnur können die Querabstände der Zug- und Stofsvorrichtungen, sowie diejenigen der Führungszapfen und -buchsen von Drehgestellen leicht vermessen werden. Die Toleranz wird für die Puffer auf etwa ± 2 mm und für die übrigen Teile auf etwa ± 1 mm anzusetzen sein. Die Tragfedern werden so gespannt, dafs sich die Mittellinien der Treib- und Kuppelachswellen bei mittlerer Wasser- und Kohlenmenge in der Hauptplanebene befinden. Die Höhenlage der Puffer und Bahnräumer mufs entsprechend geregelt werden.

Genauigkeit von Linealen und Kreuzwinkeln. Die Hochkanten der langen Lineale sollen auf ± 0,05 mm genau parallel sein; zwischen den Hochkanten zweier flach aneinander liegender Lineale darf sich die 0,2 mm Fühllehre nirgends einführen lassen. Zum Einwiegen der Hauptplanebene sind Lineale mit ausgefrästen Seitenflächen besonders geeignet, da sie kaum halb so schwer wie Lineale mit vollem Querschnitt sind und sich infolgedessen in Hochkantstellung erheblich weniger durchbiegen. Der lange Schenkel des Kreuzwinkels soll für Lokomotiven höchstens 1700 mm, für Tender höchstens 2600 mm lang sein. An seine Hochkanten sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie bei den Linealen; beim Umschlag darf das freie Ende nicht mehr als 0,05 mm bzw. 0,1 mm ausschlagen.

Vermessen der Treib- und Kuppelachslagerführungen.

Die Mittellinie der Treibachswelle für die Aufsenzylinder ist als Schnittlinie der Hauptplan- und Hauptquerebene durch die Körnermarken dauernd festgelegt; die Mittellinien der Kuppelachswellen werden nach den Vermessungsgrundlagen in den ursprünglichen Längsabständen von derjenigen der Treibachswelle angeordnet. Falls die Achslagerführungen und -stellkeile noch festsitzen und wieder verwandt werden können, arbeitet man alle Gleitflächen dem Urzustand gegenüber zweckmäfsig um das gleiche Mafs nach (Abb. 7). Denn dann behalten die Längsabstände zwischen den Gleitflächen dauernd ihre ursprüngliche Gröfse und können stets mit den ursprünglichen, festen Endmassen gemessen werden; alle Rotgufsgleitplatten der Achslager werden um dasselbe Mafs, um das die Gleitflächen geschwächt sind, stärker und die Achswellenmittellinien behalten ihre Mittellage zwischen den zugehörigen Gleitflächen bei; aufserdem werden die einander entsprechenden Gleitflächen beider Rahmenseiten stets paarweise in einer gemeinsamen, zur Hauptquerebene parallelen Querebene liegen*).

Bei der Ausführung ermittelt man die neuen Pafsmafse zunächst durch eine Vormessung. Dann richtet man den Kreuzwinkel (senkrecht zu den langen Linealen) so in den Treibachslagerausschnitten ein, dafs die senkrechte Kante des Mefswinkels (Abb. 9) 5 mm von der vorgesehenen neuen Gleitfläche der Führungen absteht, und kennzeichnet die Lage des Kreuzwinkels durch einen Anschlag, der auf dem rechten langen Lineal befestigt wird. Für jede Kuppelachslagerführung ordnet man im ursprünglichen Längsabstande der Gleitflächen von einander einen entsprechenden Anschlag sinngemäfs an. Nunmehr kann man nach der senkrechten Kante des Mefswinkels auf allen Führungsgleitleisten übereinstimmende Risse vorzeichnen und nach ihnen die neuen Gleitflächen bearbeiten. Die Risse sind um 5 mm verschoben, weil sie sich auf den abgerundeten Ecken nicht genau genug anbringen lassen würden. Schliefslich werden die Längsabstände zwischen den neuen Führungsgleitflächen und den noch unbearbeiteten Stellkeilgleitflächen je an den vier Ecken mittels Innenschraublehre gemessen und daraus die Bearbeitungsmafse für die Stellkeilgleitflächen bestimmt.

*) Bei diesem Verfahren brauchen die Mittellinien der Kuppelachswellen nicht durch besondere Körnermarken gekennzeichnet werden.

Die Längsebenen der Achslagerführungen und Stellkeile bleiben Mittelebenen und behalten ihren ursprünglichen Querabstand von der Hauptlängsebene bei. Bei der Ausbesserung gibt man (mindestens den beiden Achslagerführungen eines Radsatzes), besser jedoch allen Achslagerführungen, die in den Werkzeichnungen gleiche Breiten haben, wiederum gleiche Quermafse. Dementsprechend haben die äufseren Gleitleisten (paarweise oder) überall gleiche, der Abnutzung angemessene Querabstände von den beiden langen Linealen, während der Querabstand von der äufseren Gleitleiste der einen Rahmenseite bis zur inneren Gleitleiste der anderen Rahmenseite dauernd gleich dem ursprünglichen Querabstand der Längsmittelebenen bleibt und somit stets mit dem ursprünglichen, festen Endmafs geprüft werden kann.

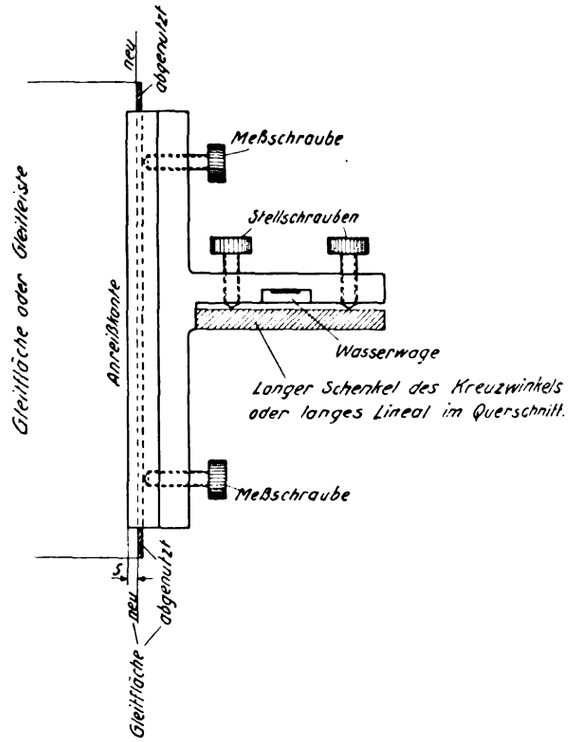


Abb. 9. Mefswinkel zum Anreifsen der Achslagerführungen.

Nach Fertigstellung der Gleitflächen werden die äufseren Gleitleisten mit dem Mefswinkel in ähnlicher Weise von den langen Linealen aus angerissen wie die Gleitflächen vom Kreuzwinkel aus; die wechselnden Abstände werden durch Beilegen von Mefsklötzchen ausgeglichen. Durch die am Mefswinkel vorgesehenen Mefsschrauben können die Bearbeitungsmafse der äufseren Gleitleisten aber auch unmittelbar bestimmt werden. Die inneren Gleitleisten werden schliefslich nach den äufseren bearbeitet. Mefsfehler und Verwechslungen werden durch die Erhaltung der Urmafse und die Abgleichung der Pafsmafse weitgehend ausgeschaltet.

Lose Achslagerführungen und -stellkeile sind, wenn sie sonst wieder verwendet werden können, erst an den Anlageflächen und -leisten anzupassen, ehe die Gleitflächen und -leisten vermessen werden. Beim Barrenrahmen werden lose Stücke zweckmäfsig ausgetauscht; man kann hier erheblich an Ausbesserungszeit sparen, weil man neue oder nachgearbeitete Führungen mit mafshaltig bearbeiteten Gleitflächen und -leisten vorrätig halten kann und dann nur die Anlageflächen und -leisten, die natürlich entsprechendes Übermafs haben müssen, anzupassen braucht. Aufserdem gestaltet sich das Vermessen nach den endgültigen Aufsenflächen wesentlich einfacher. Will man die Vorteile, die dieses Verfahren (besonders bei gehärteten

Digitized by Google

Gleitflächen) bietet, auch beim Blechrahmen ausnutzen, so wird man die Führungsgleitflächen mit besonderen Gleitplatten versehen, die den Führungen des Barrenrahmens nachgebildet sind; die Stellkeile können dagegen ihre bisherige Form unverändert beibehalten.

Radsätze.

Die Radsätze (Abb. 10) werden durch die Anlaufflächen der Spurkränze zwischen den Schienen geführt. Wenn die Lokomotive so im geraden Gleis steht, dafs ihre Hauptlängsebene mit der lotrechten Mittelebene des Gleises zusammenfällt, sollen sowohl die Radsätze zwischen den Schienen als auch die Achs- und Stangenlager auf den Achsschenkeln und Kurbelzapfen beiderseits je gleich grofses Spiel haben. Demnach sollte auch die Längsebene des Radsatzes in der Mitte zwischen den Anlaufflächen der Spurkränze liegen; nach den »Richtlinien« soll sie ferner in der Mitte zwischen den unveränderlichen Stirnflächen der Achswelle angenommen und durch Körnermarken festgelegt werden, damit ihre Lage dauernd und eindeutig bestimmt ist*). Auch die Längsebenen der Achsschenkel und Kurbelzapfen behalten ihre Lage im Radsatz unverändert bei, da sie nach den Vermessungsgrundlagen stets im ursprünglichen Querabstande von der Radsatzlängsebene anzuordnen sind. Nun werden die Achsschenkel und Kurbelzapfen, um den hochwertigen Baustoff zu schonen, bezüglich Quermafs und Durchmesser nur nach Bedarf und nur soweit nachgearbeitet, wie es zur Beseitigung der Mängel notwendig ist; sie werden infolgedessen durch ihre Längsebenen vielfach je in zwei ungleiche Teile geteilt werden. Die Anpassung der Achs- und Stangenlager macht aber keine Schwierigkeiten, weil ihre Längsebenen mit den entsprechenden Längsebenen der Achsschenkel und Kurbelzapfen zusammenfallen.

Mafsstab.

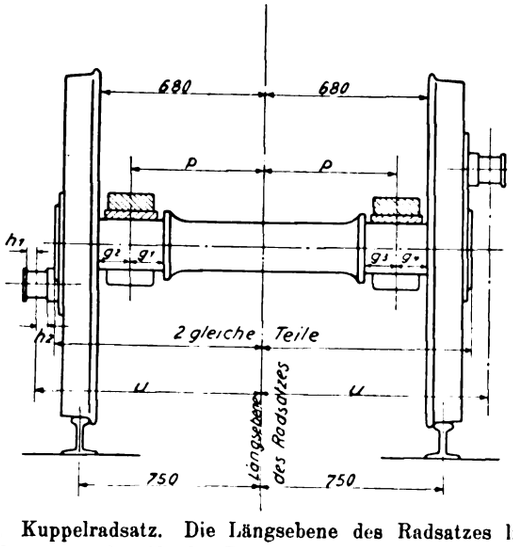


Abb. 10. Kuppelradsatz. Die Längsebene des Radsatzes liegt bei neuen oder neu zu bereifenden Radsätzen in der Mitte zwischen den Stirnflächen der Achswelle. Buchstaben wie in Abb. 7.

In der »Eisenbahnbau- und Betriebsordnung« ist als Laufkreis der Schnitt einer zur Achswelle senkrechten, 750 mm von der Radsatzlängsebene**) entfernten Ebene mit der Aufsenfläche des Radreifens bezeichnet; der Querabstand zwischen den Innenflächen der Radreifen darf um + 3 mm schwanken, ohne dafs eine bestimmte Lage der Reifen gegenüber der Längsebene gefordert ist. Beim Abdrehen eines Radreifens wird nun der Drehstahl, um die Sprengringbefestigung nicht zu gefährden, nach der inneren Stirnfläche des Radreifens eingestellt und der Raddurchmesser in einer Ebene gemessen, die 70 mm von der inneren Stirnfläche absteht. Die Toleranz für die so gemessenen Durchmesser wird unter der Voraussetzung, dafs die Lauffläche mit einem Formstahl sauber geschlichtet wird, auf ± 0,1 mm je 1 m Durchmesser anzusetzen sein*). Hierzu könnte für die beiden Räder eines Radsatzes im ungünstigsten Falle ein weiterer Durchmesserunterschied von 0,1 mm für jedes Millimeter kommen, um das der Querabstand zwischen jedem Reifen und der Radsatzlängsebene vom Urmafs abweicht. Es wird daher gegenüber der »Eisenbahnbau- und Betriebsordnung« notwendig sein, die Toleranz für diesen Querabstand auf ± 0,5 mm einzuschränken, wie auch bereits in den »Richtlinien« vorgesehen ist. Der gröfstmögliche Unterschied des Laufkreisdurchmessers würde dann für eine Gruppe von Kuppelrädern bei 1,4 m Raddurchmesser 0,24 mm und bei 2,0 m Raddurchmesser 0,3 mm betragen können. Die angegebenen Quertoleranzen gelten gleichmäfsig für die inneren Stirnflächen der Radreifen, die Anlaufflächen der Spurkränze und die wirklichen Laufkreise, und zwar bei neuen und neu zu bereifenden**) Radsätzen***). Damit die Gegengewichte nicht an Rahmen- oder Triebwerksteile anschlagen, wird der Querabstand ihrer Stirnflächen auf etwa ± 2 mm zu tolerieren sein.

Da der Radsatz beim Abdrehen der Reifen und Schleifen der Schenkel zwischen den Spitzen der Werkzeugmaschine eingespannt wird, ist die Mittellinie der Körner auf den Wellenstirnflächen zugleich die Bezugslinie für alle Durchmessermafse. Bei auszubessernden Radsätzen werden zunächst die Körner nach den Richtkreisen sauber nachgefräst. Dann läfst man den Radsatz zwischen den Spitzen der Schleifmaschine umlaufen, wobei die Gegengewichte gut ausgewuchtet werden müssen, und prüft (etwa mittels einer Mefsuhr), ob die Schenkel schlagen; überschreitet der gröfste Unterschied zwischen den Ausschlägen der Mefsuhr bei einem Schenkel etwa 0,1 mm, so sollte der Schenkel geschliffen werden. Die Radlaufflächen kann man auf ähnliche Weise untersuchen; der gröfste Unterschied wird aber hier auf etwa 0,3 mm anzusetzen sein. Naturgemäfs müssen auch die Mafse des Kurbelhalbmessers und Kurbelversetzungswinkels auf die Körnermittellinie bezogen werden. An die Form der Kurbelzapfen werden ähnliche Anforderungen zu stellen sein wie an die Form der Achsschenkel. Wo man dazu übergegangen ist, die Zapfen zum Schleifen aus den Radkörpern herauszunehmen, hat man zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Beim Abdrehen der Reifen sollen zu starke Späne vermieden werden, damit die Genauigkeit der Messungen nicht durch Zerdrücken der Körner in Frage gestellt wird. Zum Vermessen ganzer Radsätze sind neuerdings besondere Mefsstände ausgebildet worden. Es kommt, wie nochmals hervorgehoben werden möge, beim Vermessen vor allen Dingen darauf an, dafs Quermafse auf die Längsebene des Radsatzes und alle Durchmessermafse auf die Körnermittellinie bezogen werden.

Treib- und Kuppelachslager.

Der wagrechte Lagerdruck wechselt bei jeder Radumdrehung zweimal und zwar unter ziemlich schroffem Über-

*) In den „Richtlinien" wird die Längsebene „Achsmitte" genannt.

**) In der „Bau- und Betriebsordnung" wird die Längsebene „Radsatzmitte" genannt.

*) Tiefe Drehriefen gestatten eine derartig genaue Bestimmung des Durchmessers auch nicht annähernd und können sich bereits bei der ersten Fahrt soweit abschleifen, dafs der tatsächliche Durchmesser dann bis zu 1 mm von dem bei der Bearbeitung gemessenen abweicht.

**) Lehren hierfür sind in der Anlage 6a der „Richtlinien" angegeben.

***) Bei vorhandenen älteren Radsätzen, bei denen die Reifen den angegebenen Quertoleranzen nicht genügen, wird man die Quermafse vorläufig bis zur vollen Abnutzung der Reifen, sofern nicht besondere Gründe dagegen sprechen, auf die Mittelebene zwischen den inneren Stirnflächen der Radreifen beziehen müssen.

Digitized by Google

gang seine Richtung. Infolgedessen müssen seine Rotgufslagerschalen an allen ebenen Anlageflächen unbedingt fest in das Achslagergehäuse eingepafst werden (Abb. 11); denn bei der geringsten Bewegungsmöglichkeit würden sich nicht nur die Anlageflächen, sondern auch der Lagermetalleingufs schnell ausschlagen, so dafs die Lokomotive vorzeitig aufser Dienst

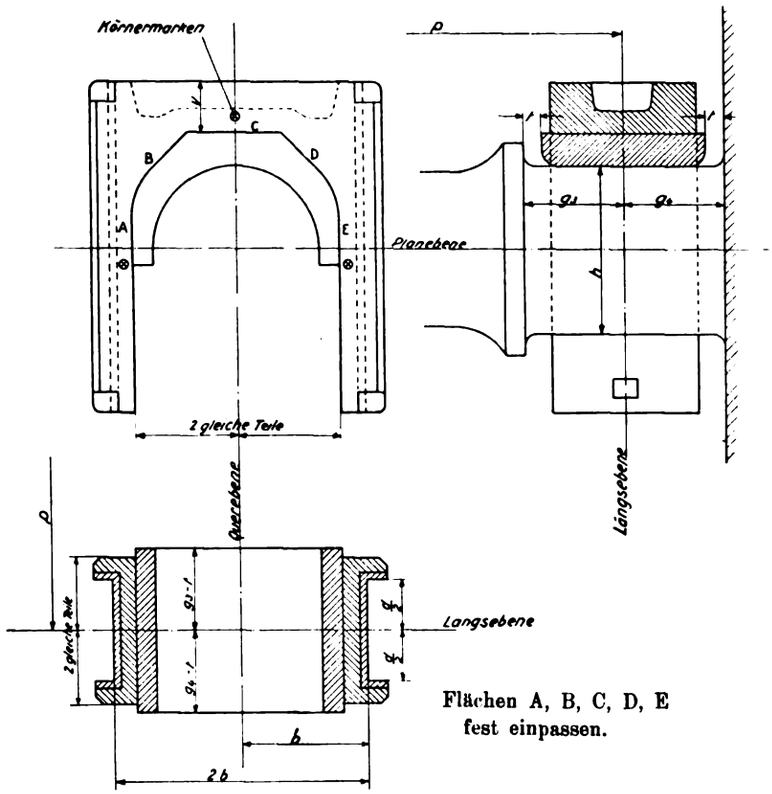


Abb. 11. Achslager. Buchstaben wie in Abb. 7.

gestellt werden müfste. Dies trifft auch für die Gleitplatten zu; doch ist hier die Gefahr nicht so grofs, weil die Anlageflächen grofs genug sind und durch die Befestigungsschrauben fest aufeinander gepreſst werden. Damit das Lagermetall mit möglichst geringem Übermafs und gleichmäfsiger Verteilung in die Lagerschale eingegossen werden kann, soll die Mittellinie der Lagerbohrung, d. h. die Querebene des Achslagers, in der Mitte zwischen den lotrechten inneren Anlageflächen des Gehäuses angenommen werden.

Als Ausgangsfläche für das Vermessen soll eine Stirnfläche des Gehäuses eben und möglichst senkrecht zu den Anlageflächen im Innern sein. Sobald die Lagerschale und die Gleitplatten eingepafst sind, wird die Längsmittelebene des Achslagers in der Mitte zwischen den äufseren Stirnflächen des Gehäuses angerissen; sie soll durch die Mitte der Augen für die Federgehängebolzen oder der Aussparungen für die Federstützen verlaufen. Nach der Längsebene werden die Stirnflächen der Lagerschale und die Gleitleisten der Gleitplatten vorgezeichnet. Diese sollen nur in der Mitte (auf etwa 100 mm) Höhe parallel sein und nach oben und unten schräg auseinanderlaufen, um ein Zwängen des Achslagers bei schlechter Gleislage zu vermeiden. Der Abstand der Lagerschalenstirnflächen von der Längsebene ist um das halbe Lagerspiel kürzer als derjenige der Schenkelbunde. Darauf wird die äufsere Gehäusestirnfläche senkrecht und eine innere Gehäusefläche möglichst wagrecht eingerichtet und die Querebene angerissen. Parallel und in gleichen Abständen zu ihr werden die Gleitflächen vorgezeichnet.

Nachdem die Gleitplatten bearbeitet sind, wird das Lager mit der Rotgufsgleitfläche, die der festen Gleitfläche der Achslagerführung anliegt, auf eine entsprechend vorgerichtete Stützfläche des Bohrtisches aufgesetzt, so dafs die (doppelt geführte) Spindelachse und mit ihr die Bohrungsmittellinie einerseits senkrecht zur Längsebene des Achslagers liegt, andererseits den gleichen Abstand von der Stützfläche hat, den die Achswellenmittellinie von der Gleitfläche der festen Achslagerführung haben soll. Aufserdem wird die Scheitelfläche der Lagerschale auf den Urabstand von der Spindelachse eingestellt. Bei allen Achslagern, die bei gleicher Einstellung der Bohrmaschine gebohrt werden, mufs demnach die Bohrungsmittellinie zwangläufig die gleiche Lage erhalten. Das Lager wird einbaufertig gebohrt, da ein Aufschaben bei sorgfältiger Bearbeitung der Schenkel und Lagerschalen kaum mehr erforderlich ist. Damit die Bohrungsmittellinie leicht und zuverlässig wiedergefunden werden kann, falls ausnahmsweise ein Lagermetalleingufs im Betriebe erneuert werden mufs, reifst man beim Ausbohren einen Richtkreis auf der inneren Gehäusestirnfläche an und legt ihn durch drei Körnermarken, die auf drei um etwa 120 Grad versetzten Messingschrauben eingeschlagen werden, fest. So oft der Rahmen vermessen wird, müssen diese Körnermarken von neuem ermittelt werden.

Mittels eines besonderen Mefsdornes (Abb. 12), dessen Durchmesser um etwa 20 mm fortlaufend verstellbar ist, kann man den Bohrungsdurchmesser der fertig bearbeiteten Lagerschalen und vor allen Dingen den Längsabstand der Bohrungsmittellinie von der mafsgebenden Rotgufsgleitfläche unmittelbar nachprüfen. Man erhält dadurch, zumal da das Spiel des Lagers auf dem Schenkel ausgeschaltet wird, die volle Gewähr, dafs die Achswellenmittellinie des betriebmäfsig eingebauten Radsatzes auch tatsächlich die Urlage im Rahmen einnimmt. Bei dieser Messung wird die Toleranz für den Abstand der Bohrungsmittellinie auf $\pm$ 0,1 mm und der Abstandsunterschied an beiden Lagerstirnflächen (Schräglage der Mittellinie zur Rotgufsgleitfläche) auf 0,1 mm festzusetzen sein.

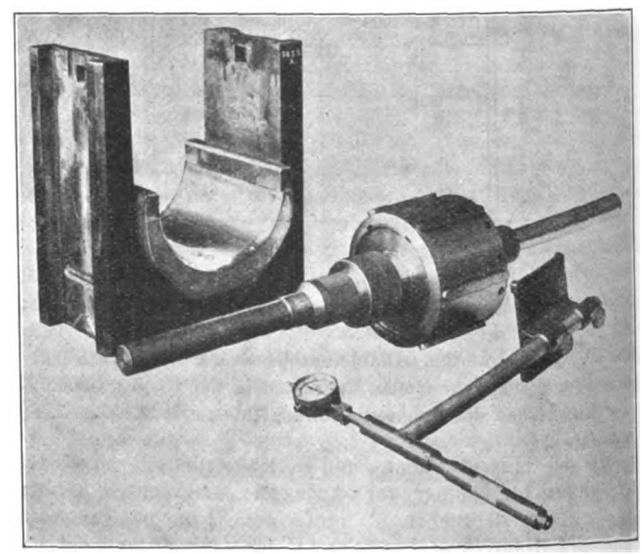


Abb. 12. Mefsdorn für Achslager.

Den richtigen Sitz der beiden Achslager eines Radsatzes kann man auf folgende Weise nachprüfen. Schiebt man beide Achslager gegen die Wellenbunde, so soll der Querabstand der inneren Rotgufsgleitleisten von der Längsebene des Radsatzes (Körnermarke) gleich grofs sein; dasselbe soll der Fall

Digitized by Google

sein, wenn man beide Achslager gegen die Radnaben schiebt; die Querabstände beider Stellungen sollen sich dabei um das gesamte Lagerspiel unterscheiden. Bringt man darauf das eine Lager gegen den Wellenbund, das andere gegen die Radnabe zum Anstofsen, so soll der Querabstand zwischen der inneren Rotgufsleiste des einen Lagers und der äufseren Leiste des anderen Lagers gleich dem Urabstand der Achslagerlängsebene sein; er kann mit dem gleichen Mafsstab wie die Achslagerführungen selbst gemessen werden.

Schwinge, Steuerwelle und deren Lager.

Schwingen- und Steuerwellenlager. Die Heusingersteuerung wird durch die Treib- und Schwingenkurbel des Treibradsatzes angetrieben. Werden also die Mittellinien der Schwingen- und Steuerwellenlager in den ursprünglichen Längs- und Höhenabständen zur Mittellinie der Treibachswelle angeordnet, so können die Längenmafse des gesamten Steuergestänges ihre ursprünglichen Gröfsen behalten. Die Mittellinie der Treibachswelle war bereits durch die Körnermarken für die Hauptplan- und Hauptquerebene dauernd festgelegt. Sobald der Rahmen gerichtet ist, richtet man je eine quer über den Rahmen hinwegreichende Lehrwelle durch Auszirkeln gleichachsig zu dem äufseren Schwingen- oder Steuerwellenlager (ohne Lagerschalen) jeder Lokomotivseite ein und setzt auf die Enden der einen Lehrwelle eine Dreiecklehre, ähnlich wie sie zum Ausmessen der Schieberkastenlage verwendet wurde (Abb. 13). Dann ordnet man (etwa in einem bequem gelegenen Achslagerausschnitt) ein Vierkantlineal in bestimmter Lage zur Mittellinie der Treibachswelle an. An dem Rechteckausschnitt der Dreiecklehre kann man schliefslich die Abweichung der betreffenden Lagermittellinie von Ihrer Urlage unmittelbar ausmessen. Wenn sich eine Lehrwelle, wie es gelegentlich bei den Schwingenlagern vorkommt, nicht über die ganze Rahmenbreite durchführen läfst, mufs man sich auf jeder Rahmenseite mit einer kürzeren Lehrwelle begnügen. Die Längs- und Höhenabstände der Lehrwellen untereinander lassen sich leicht mit der ebenfalls in Abb. 13 dargestellten Winkellehre ermitteln. Die Toleranz für diese Abstände sollte $\pm$ 0,2 mm, für diejenigen von der Mittellinie der Treibachswelle $\pm$ 0,5 mm nicht übersteigen. Wo die Toleranzen nicht eingehalten sind, können die Lagerschalen ungleichachsig zu den Lagerkörpern gebohrt werden; besser ist es aber unbedingt, die Lagerträger unter Kürzen und Hinterlegen ihrer Stirnflächen neu zu verlegen, damit die Lagerkörper selbst in ihre Urlage kommen und die Lagerschalen gleichachsig gebohrt werden können. Bei der Nachprüfung setzt man in die Lagerkörper zweckmäfsig im Durchmesser verstellbare Spanndorne ein, durch welche die Lehrwellen gleichachsig zu den Lagermittellinien geführt werden. Für die Einstellung in der Querrichtung sind die Lehrwellen mit einer Millimeterteilung versehen, deren Nullpunkt beim Vermessen in der Hauptlängsebene der Lokomotive zu denken ist. Bei einer durchgehenden Lehrwelle kann man also entweder den Nullpunkt lotrecht über der Rahmenschnur oder die beiden Teilpunkte, die den ursprünglichen Querabständen der Zylinder entsprechen, über den Zylinderschnüren einstellen. Bei einer kurzen Lehrwelle ist nur das zweite Verfahren möglich. Zum Einrichten wird man am besten ein Fernrohr *) mit lotrecht einstellbarer Achse benutzen. Nach der Teilung bringt man nun die beiden, der Schwinge selbst zugekehrten Stirnflächen der Schwingenlager in den ursprünglichen Querabstand voneinander und von der Hauptlängsebene. Sinngemäfs ordnet man auf jeder Lokomotivseite mindestens je eine Stirnfläche eines Steuerwellenlagers im Urabstand von der Hauptlängsebene an.

Schwinge. Die Mittellinien der beiden Drehzapfen sollen zusammenfallen und durch die Mittellinie des Schlitzes für den Schwingenstein verlaufen (Abb. 14). Das Angriffs-

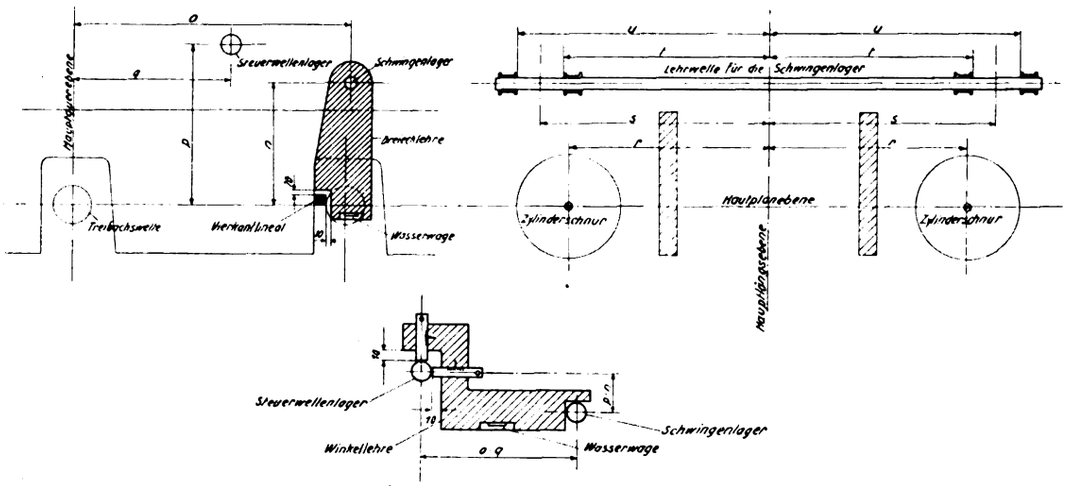


Abb. 13. Schwingen- und Steuerwellenlagen. Die Mefskanten des Vierkantlineals haben bestimmte Längs- und Höhenabstände von der Mittellinie der Treibachswelle.

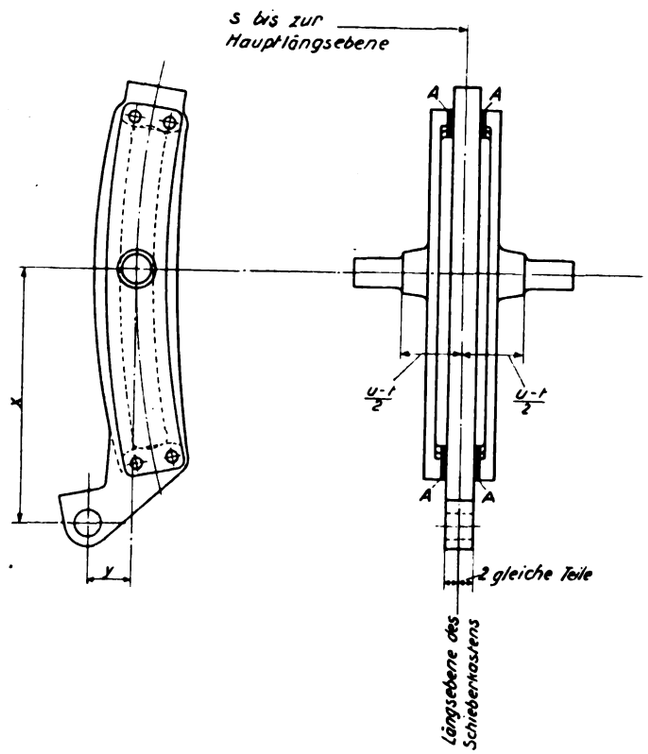


Abb. 14. Schwinge. Bei A nötigenfalls aufschweifsen. Buchstaben wie in Abb. 12.

*) Auch wenn andere optische Hilfsmittel nicht angewandt werden.

Digitized by Google

gelenk der Schwingenstange soll seine ursprüngliche Lage zu den Mittellinien der Drehzapfen und des Schlitzes einnehmen. Diese Verhältnisse können durch eine hier nicht zu beschreibende Vorrichtung sichergestellt werden; bei einer Verschiebung der Schwingenteile gegeneinander müssen die vier Eckschrauben berichtigt werden. Ferner soll die zur Drehzapfenmittellinie senkrechte Mittelebene zwischen den Drehzapfenbunden gleichzeitig die Mittelebene des Mittelstücks sein, damit sie beim Einbau der Schwinge in den Rahmen ohne irgendwelche Anpassungsarbeiten mit der Längsebene der Steuerung und des Schieberkastens zusammenfällt. Nötigenfalls müssen die Anlageflächen zwischen den einzelnen Schwingenteilen durch Aufschweifsen verstärkt werden.

Steuerwelle. Um auch die Steuerwelle (Abb. 15) ohne irgend welche Anpassungsarbeiten richtig in ihre Lager einlegen zu können, bringt man die Wellenbunde, die den beiden oben erwähnten Lagerstirnflächen entsprechen (nötigenfalls durch Aufschweifsen) in den ursprünglichen Querabstand voneinander.

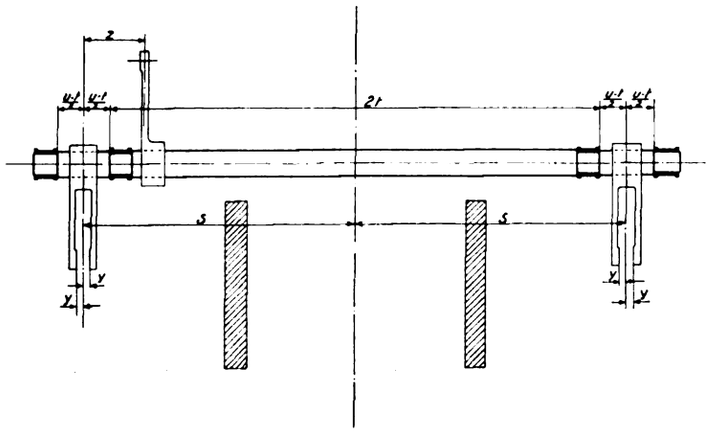


Abb. 15. Steuerwelle. Die Hebel sind versetzt gezeichnet. Buchstaben wie für die Schwingenlager in Abb. 13.

Naturgemäfs müssen die Gelenke des Steuerstangenhebels und der Aufwerfhebel ihrerseits die ursprünglichen Querabstände von diesen Wellenbunden erhalten. Welche Lager- und Wellenbunde ausgewählt werden, hängt von der Bauart der Lokomotive ab. Aufwerf- und Steuerstangenhebel müssen auf ihre richtige Länge und ihre Kurbelstellung geprüft werden. Die Übertragungswelle von Drei- und Vierzylindermaschinen kann sinngemäfs behandelt werden.

Kolbenschieber. Die Durchmesser der Schieber und Schieberbuchsen sind bereits durch die älteren Vorschriften nach bestimmten Gröfsen abgestuft; die Anordnung hat sich gut bewährt. Dagegen sollen die Längsabstände der Ein- und Ausströmkanten sowohl bei den Schiebern als auch bei den Schieberbuchsen dauernd den Urmafsen entsprechen, damit alle Schieber, die nacheinander in die auszubohrenden Buchsen eingesetzt werden, gleiche Steuerungsverhältnisse ergeben. Die Toleranz für den Längsabstand der Einströmkanten voneinander wird auf ± 0,4 mm, für die Längsmafse (Breiten) der Schieberkanäle und Schieberkörper auf ± 0,2 mm festzusetzen sein. Dagegen braucht, wie bereits beim Vermessen der Zylinder dargelegt wurde, die Quermittelebene zwischen den Kanälen weder mit der Quermittelebene des zugehörigen Zylinders zusammenzufallen, noch den Urabstand von der Hauptquerebene einzuhalten, da die Abweichungen planmäfsig durch Verstellen der Schieberstange im Schieberstangenkopf ausgeglichen werden können.

Kuppelstangen.

Die Längs- und Planebenen der Kuppelstangen sind als Mittelebenen des Schaftes aufzufassen, während die Querebenen etwa durch die Schmierlöcher bestimmt werden (Abb. 16). Nach den Vermessungsgrundlagen erhalten die Längsebenen stets den ursprünglichen Querabstand von der Längsebene der Radsätze und die Querebenen den (dem Radstande entsprechenden) ursprünglichen Längsabstand voneinander. Die Stangen können also bis zum Ausbohren der Lagerschalen unabhängig von den übrigen Lokomotivteilen bearbeitet werden; nur die Durchmesser und Quermafse der Lagerschalen sind durch die entsprechenden Abmessungen der Kuppelzapfen bedingt. Die Treib-, Schwingen- und Schieberschubstangen werden sinngemäfs behandelt. Nach Beseitigung etwaiger Verbiegungen oder Verdrehungen werden die Bezugsebenen bei jeder einzelnen Stange auf einer Richtplatte angerissen. Dann werden die Seitenflächen der Stangenköpfe parallel zur angezeichneten Längsebene, ferner die Anlageflächen in den Lagerausschnitten senkrecht zu den Seitenflächen sowie senkrecht und parallel zur Planebene geschliffen oder gefräst. Um Unstimmigkeiten auszuschalten, werden die Stangen bei allen Arbeitsgängen und beim Vermessen stets nach den äufseren Seitenflächen der Köpfe ausgerichtet.

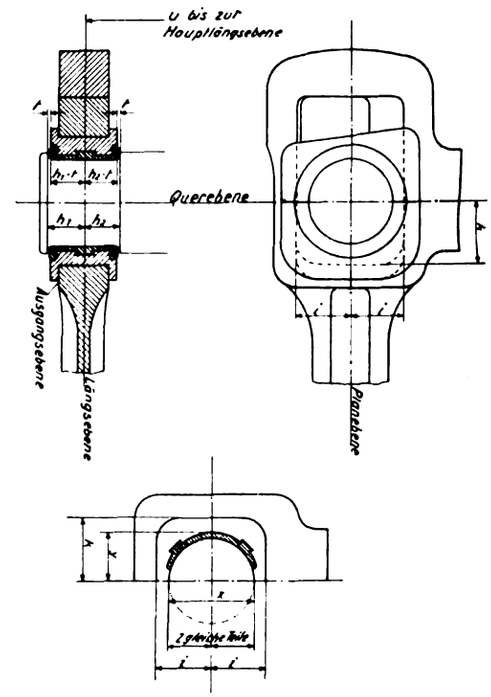


Abb. 16. Stangenlager und Lagerschale. t ist das halbe Lagerspiel.

Die Bearbeitung wird nur soweit getrieben, dafs saubere Flächen entstehen, dabei aber die oberen und unteren Anlageflächen möglichst gleiche Höhenabstände von der Planebene bekommen. Alle Flächen, die um mehr als 2 mm abgenutzt sind, werden durch Aufschweifsen wieder in die Urlage gebracht. Ebenso werden die Gelenkbolzen bei entsprechender Abnutzung oder falscher Lage berichtigt.

Die Stangenlager müssen nicht nur die ständig wechselnden Kolbendrücke wie die Achslager, sondern auch die nach allen Richtungen hin wirkenden Fliehkräfte der Stangen aufnehmen und daher unbedingt festsitzen. Die Lagerschalen können vorgearbeitet und mit Eingufs versehen auf Vorrat gehalten werden. Sobald die Lagerausschnitte in den Stangenköpfen fertig gestellt sind, werden die Lagerschalen angerissen und an allen lotrechten Anlageflächen auf der Werkzeugmaschine fertig bearbeitet. Dagegen erhalten die wagrechten Anlageflächen zunächst etwa 0,2 mm Gesamtübermafs, damit sie durch leichtes Nachschaben voll tragend eingepafst werden können. Die schräge Anlagefläche für den Stellkeil kann erst nach dem Einsetzen des Lagers in den Stangenkopf vom Stellkeil selbst aus angerissen werden. Bei diesem Verfahren wird die Hand-

Digitized by Google

arbeit auf ein Mindestmafs beschränkt. Sofern die Stangen in einer besonderen Werkstattsabteilung behandelt werden, dürfte sich eine Abgleichung oder Abstufung der Stangenkopfmafse erübrigen.

Sobald die Lagerschalen mit den Stellkeilen und Beilagen sowie die Gelenkbolzen fertig eingepafst sind, wird der gesamte Kuppelstangensatz einer Lokomotivseite betriebsmäfsig zusammengebaut auf eine besondere Richtplatte gebracht, auf der die Mittellinien der einzelnen Lagerbohrungen durch lotrecht angeordnete Mesfdorne in ihrer Urlage gekennzeichnet sind (Stangenmefstisch). Dann werden die Stangen so eingerichtet, dafs die äufseren Seitenflächen der Köpfe (bei gleichmäfsiger Verteilung des Querspieles an den Gelenken) wagrecht liegen und die Mittellinien der Dorne möglichst mit den Schnittlinien der Plan- und Querebenen zusammenfallen. Mit einem besonderen Parallelreifser bestimmt man nun endgültig die gemeinsame Längsebene des gesamten Kuppelstangensatzes und von ihr aus die Querabmessungen der einzelnen Lager nach den Kuppelzapfenmafsen; die Lagerbohrungen legt man mittels eines Zirkels, der auf die Mefsdorne gesetzt wird, durch Richtkreise fest. Zum Ausbohren werden die einzelnen Stangen nach den äufseren Seitenflächen der Köpfe und den Richtkreisen senkrecht und gleichachsig zur Bohrspindelachse ausgerichtet. Die Bohrungsdurchmesser werden mit einer Innenschraublehre bestimmt und sofort auf das Fertigmafs gebracht, da bei zylindrischen Zapfen ein Aufschaben kaum mehr erforderlich ist.

Zur Nachprüfung werden die Kuppelstangen nochmals betriebsfertig zusammengebaut auf den Mefstisch gebracht. Das beschriebene Verfahren verbürgt eine sehr hohe Genauigkeit, so dafs für die Stangenlängen eine Toleranz von $\pm$ 0,1 mm noch eingehalten werden könnte. Mischspäne aus Rotgufs und Lagermetall fallen nur in ganz geringen Mengen an. Nach einem anderen Verfahren sollen die Lagerschalen auf gleiche Weise in die Stangenköpfe eingepafst, aber erst nachher und zwar mafshaltig ausgegossen werden, um das Ausbohren des Lagermetalls völlig zu ersparen.

Aufsetzen des Kessels auf den Rahmen.

Beim Aufsetzen des Kessels soll der betriebsfertig bearbeitete Rahmen unter den Hauptkesselträgern unterstützt, wagerecht aufgestellt und durch die Achsgabelstege versteift sein*). Quer über den Stehkessel, die einzelnen Kesselschüsse und die Rauchkammer legt man Lote (Abb. 17) und richtet zunächst den Stehkessel so ein, dafs die herabhängenden Enden der Lote möglichst gleiche Querabstände von der Hauptlängsebene und in gleichen Höhen gleiche Querabstände von den Stehkesselseitenwänden haben; der Stehkessel soll also bei breiter Feuerbuchse auf beiden Rahmenseiten gleich weit überstehen oder bei schmaler Feuerbuchse gleich grofses Spiel zwischen den Rahmeninnenflächen haben. Beim Abgleichen der vorderen Lote wird man zwischen den Querabständen der beiden Enden eines Lotes von der Hauptlängsebene Unterschiede bis zu etwa 4 mm zulassen können. Die richtige Höhenlage ermittelt man am einfachsten nach den Abständen, welche die tiefste Längslinie des Langkessels über der Hauptplanebene hat. In der Längsrichtung des Kessels darf die Wärmedehnung nicht behindert werden. Endlich wird die höchste Stelle der Decke im Inneren der Feuerbüchse ermittelt und danach die höchste wasserberührte Stelle der Feuerbuchsdecke durch einen Riss auf der Stehkesselrückwand gekennzeichnet; die Marken des niedrigsten Wasserstandes müssen mindestens 100 mm über dem Rifs liegen.

Sobald der Kessel ausgerichtet ist, werden die Gleitplatten der Stehkesselträger, die Futterstücke des Schlingerstückes und der Rauchkammerträger angepafst. Dann erst werden beim Blechrahmen die Beilagen für die Langkesselträger eingebracht und beim Barrenrahmen die Pendelbleche durch sorgfältig eingepafste Schrauben befestigt. Bei guter Arbeitsausführung bilden Kessel und Rahmen (besonders der Barrenrahmen) eine so widerstandsfähige Einheit, dafs der Rahmen nach Abnahme der Achsgabelstege beim Unterbringen der Radsätze seine Form kaum mehr verändert. Die lotrechte Längsmittelebene des Langkessels befindet sich, wenn man von der Abnutzung der Radreifen absieht, im Urabstande über Schienenoberkante.

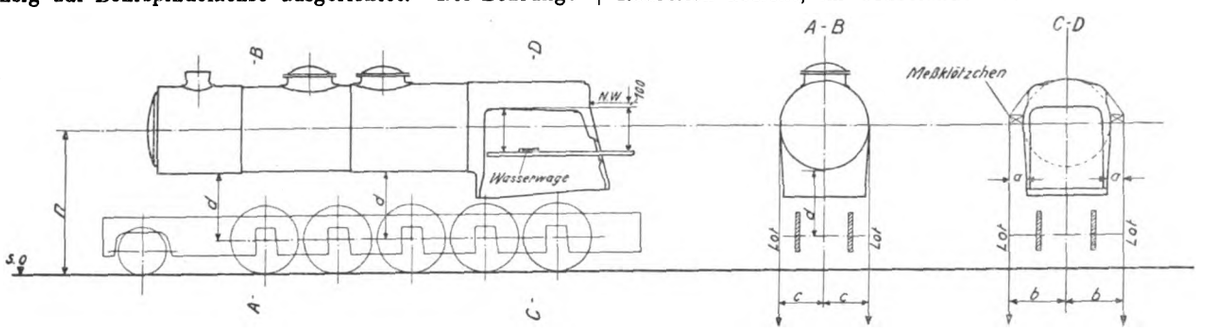


Abb. 17. Einrichten des Kessels. Der Rahmen steht dabei auf Windeböcken.

*) Wird der Kessel erst aufgesetzt, wenn der Rahmen bereits auf den Radsätzen steht, so werden sich Verzerrungen des Rahmens nicht vermeiden lassen.

Querverschiebung der Zylinder infolge der Erwärmung durch den Dampf.

Infolge Wärmedehnung während der Fahrt unter Dampf wird die Mittellinie der Aufsenzylinder und -schieberkästen annähernd parallel zu sich selbst nach aufsen verschoben. Bei einer Heifsdampfzwillings-Lokomotive beträgt die Gröfse der Verschiebung, wenn eine mittlere Wandungswärme von 200 ° C und eine Wärmedehnungsziffer von 1,1 mm/m/100 ° zugrunde gelegt wird, überschläglich 0,022 mm je cm des Zylinderhalbmessers. Bei der dreizylindrigen G-12-Lokomotive mit hochliegendem Mittelzylinder wandert die Mittellinie des Aufsenzylinders (von der Hauptlängsebene aus gerechnet) etwa 0,8 mm*) nach aufsen, während am hinteren Ende der Gleitbahn eine Verschiebung nicht mehr festzustellen ist. Bleibt dies beim Vermessen unbeachtet, so wird die Gleitbahn bei der Fahrt unter Dampf schräg zur wirklichen Zylindermittellinie liegen; die Kolbenstange wird die hintere Kolbenstopfbuchse bei jedem Hub um etwa 0,3 mm in der Querrichtung verschieben, während sich die Treibstange sogar um etwa 0,8 mm (auf ihre Gesamtlänge bezogen) schräg zur Hauptlängsebene stellen wird. Die Folge ist eine recht ungünstige Beanspruchung der Stopfbuchse und des Treibstangenlagers. Ähnliche Verhältnisse treten für den Schieberkasten und das Steuergestänge auf.

Würde man die Wärmeverschiebung dagegen bereits in den Werkzeichnungen der Lokomotive berücksichtigen, so würde bei der Fahrt unter Dampf die Längsebene des Zylinders mit derjenigen der Treibstange und des Treibzapfens, ferner die Längsebene des Schieberkastens mit derjenigen des Steuer-

*) Nach einer Messung von Henschel & Sohn.

Digitized by Google

gestänges zusammenfallen. Die Gefahr für das Auslaufen der Zylinder und Schieberbuchsen, für das Undichtwerden der Stopfbuchsen und für das Heifslaufen der Treibstangenlager würde erheblich vermindert werden. Das Vermessen würde bei dem oben geschilderten Verfahren weder für die Vorstellung noch für die Ausführung irgend welche Schwierigkeiten machen.

Tender.

Der dreiachsige Tender wird nach den gleichen Grundsätzen wie die Lokomotive, aber in einfacherer Form vermessen. Beim Vermessen wird der Wasserkasten abgebaut und der Rahmen vorn und hinten durch paarweise angeordnete, senkrecht verstellbare Windeböcke unterstützt (Abb. 18). Über den äufseren Achslagerausschnitten werden zwei Querlineale auf den Rahmen und auf die Querlineale zwei Längslineale hochkant verlegt; die Windeböcke werden dann solange verstellt, bis alle vier Lineale wagerecht liegen. Darauf wird wie bei der Lokomotive an jedem Rahmenende ein Querträger mit je drei

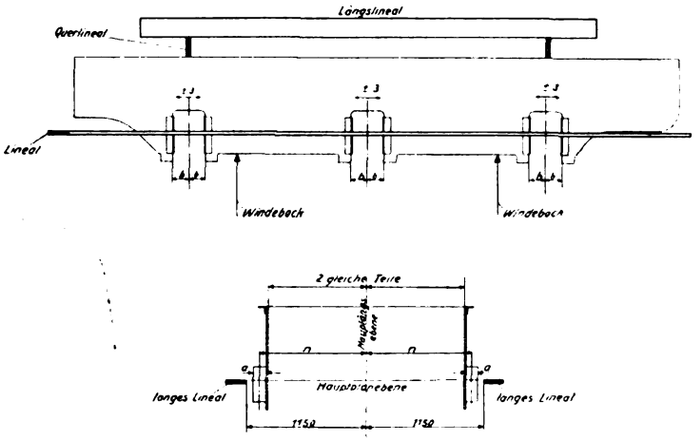


Abb. 18. Dreiachsiger Tender. Die Quermafse a und die Längenmafse b der Achslagerführungen werden bei allen Achslagern gleichgrofs gemacht. Der Wasserkasten ist abgenommen.

Schnurhaltern befestigt. Die mittlere Schnur, die wiederum als »Rahmenschnur« bezeichnet wird, wird nach zwei Loten eingestellt, die in der Mitte zwischen den Rahmeninnenflächen (in Höhe der Rahmenoberkante gemessen) gefällt werden. Die beiden äufseren Schnüre werden in einem Querabstande von je 1150 mm von der Rahmenschnur gestreckt. Nach den Schnüren, die leicht ab- und aufgeworfen werden können, werden die Rahmenbleche gerichtet und die Gleitleisten der Achslagerführungen vorläufig vermessen. Schliefslich werden an Stelle der äufseren Schnüre zwei lange Lineale flach verlegt, so dafs ihre Innenkanten ebenfalls je 1150 mm von der Rahmenschnur entfernt sind, und die Achslagerführungen endgültig vermessen und angebaut.

Durch das Einwiegen des Rahmens und durch die Einstellung der Lote wird die Hauptlängsebene des Tenders beim Neubau und bei allen Ausbesserungen in übereinstimmender Weise festgelegt. Die Längsmittelebenen der Achslagerführungen erhalten stets den ursprünglichen Querabstand von der Hauptlängsebene. Alle Achslagerführungen werden auf das gleiche Quermafs (Breite) gebracht; entsprechend werden die Längsabstände der beiden zusammengehörigen Gleitflächen bei allen Achslagern gleich grofs gemacht; die einander entsprechenden Gleitflächen beider Rahmenseiten sollen jeweils in der gleichen Querebene liegen. Die Achswellenmittellinien werden naturgemäfs wiederum in der Mitte zwischen den Gleitflächen angeordnet; gegenüber ihrer Urlage dürfen sie jedoch in der Längsrichtung um ± 3 mm verschoben sein.

Das Eisenbahnzentralamt beabsichtigt, die vorhandenen Tenderlager (Abb. 19) soweit zu normen, dafs die Lagerschalen bis auf die Anpassung der Längen einbaufertig vorrätig gehalten werden können. Die Querebene des Lagers ist in der Mitte zwischen den lotrechten Innenflächen des Gehäuses anzunehmen. Die Längsebene soll im ursprünglichen Querabstande von der lotrechten Kante, gegen welche die Knaggen der Lagerschale stofsen, angeordnet werden. Die Schnittlinie beider Bezugsebenen soll mit der Mittellinie der Bohrung für die Federstütze zusammenfallen. Nach den beiden Bezugsebenen und den Abmessungen der Achslagerführungen werden die Rotgufsgleitflächen und -leisten angerissen. Die beiden Teillängen eines jeden Achsschenkels könnten wiederum in bezug auf die Längsebene des Achsschenkels bestimmt werden. Bei genormten Achslagern ist es aber bequemer, von einer Ebene auszugehen, die 60 mm weiter nach aufsen liegt und den lotrechten Kanten im Gehäuseinnern entspricht. Die Teillängen des Schenkels in bezug auf diese Ebene stimmen dann, vom Lagerspiel ab-

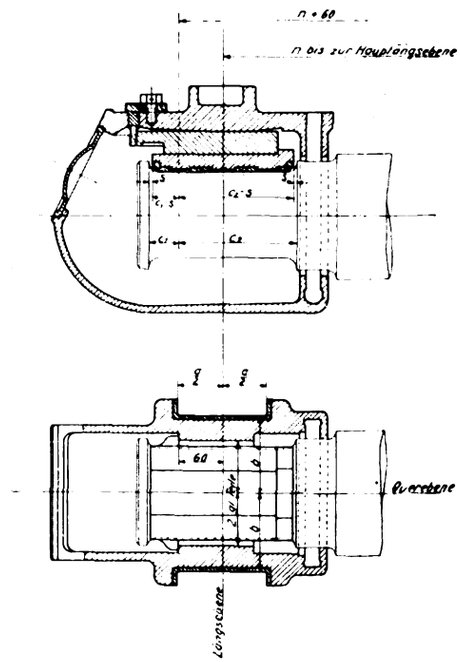


Abb. 19. Tenderlager. An Stelle der Vierkantschraube ist ein Winkel vorgeschlagen.

gesehen, mit den Teillängen der Lagerschale in bezug auf die Knaggen unmittelbar überein. An Stelle der Vierkantschraube, die sich nicht pafsgerecht ausführen läfst, wird der in der Abbildung dargestellte Winkel vorgeschlagen.

Damit der Tender durch die Lokomotive im geraden Gleise richtig geführt und sein vorderer Radsatz nicht einseitig gegen eine Schiene gedrückt wird, soll die Hauptlängsebene des Tenders mit derjenigen der Lokomotive zusammenfallen. Die Stofspuffer sollen also die ursprünglichen Querabstände von der Hauptlängsebene des Tenders erhalten und der Hauptkuppelbolzen in der Hauptlängsebene liegen; die Toleranz wird auf ± 1 mm anzusetzen sein. Beim vierachsigen Tender sollen aufserdem auch die Drehzapfen in der Hauptlängsebene liegen, während die Drehzapfenführungen sich entsprechend in der Längsebene der Drehgestelle befinden sollen. Im übrigen bietet das Vermessen eines vierachsigen Tenders nichts Besonderes.

Nutzen des Vermessens.

Für die Güte einer Hauptausbesserung oder Untersuchung erhält man nur dann die volle Gewähr, wenn die Lokomotive jedesmal vollständig auseinander genommen und in allen Einzel-

Digitized by Google

teilen etwa nach dem vorstehend geschilderten Verfahren vermessen wird. Denn manche Fehler lassen sich erfahrungsgemäfs nur durch sorgfältiges Vermessen aufdecken; sie würden zwar die Betriebssicherheit nicht immer nachteilig beeinflussen, aber wohl meistens eine vorzeitige Abnutzung der aufeinandergleitenden Teile herbeiführen. Infolgedessen können auch geringe Kosten der einzelnen Ausbesserungen bei unzureichenden Fahrleistungen verhältnismäfsig hohe Kosten für die Wegeeinheit ergeben. Umfangsreichere Ausbesserungsarbeiten, wie sie hier als Regel gefordert werden, müssen naturgemäfs im Einzelfalle teurer werden. Neben der rücksichtslosen Wiederherstellung der Urmafse ermöglicht es jedoch die rechtzeitige Vorausbestimmung der Pafsmafse, eine sehr weitgehende Arbeitsteilung durchzuführen und dadurch an Gesamtausbesserungszeit zu sparen. Die geringen Mehrkosten des Vermessens werden durch die Genauigkeit der Fertigung insofern ausgeglichen, als alle Einzelteile beim Zusammenbau ohne nennenswerte Nacharbeiten zusammenpassen; unvorhergesehene Schäden, die sich erst bei der Probefahrt herausstellen und dann im Vergleich zur notwendigen Arbeitsausführung unverhältnismäfsig grofse Rüstarbeiten erfordern, werden aufhören. Die vorhandenen Teile werden, soweit sie nicht zu stark abgenutzt sind, grundsätzlich wieder verwendet; die Lagervorräte können auf ein Mindestmafs beschränkt werden. Den gröfsten Nutzen wird das genaue Vermessen aber dadurch herbeiführen, dafs der Kohlenverbrauch infolge der Verringerung der inneren Verluste fühlbar zurückgeht, dafs die lästigen Kleinausbesserungen im Betriebe wesentlich eingeschränkt werden und dafs die Lokomotiven gleichwohl erheblich weitere Laufwege zwischen zwei Ausbesserungen zurücklegen. Dieser Nutzen wird, wie die vorliegenden Erfahrungen erwarten lassen, so erheblich sein, dafs die Betriebskosten je Kilometer sich trotz der höheren Aufwendungen für die einzelnen Ausbesserungen alles in allem merkbar niedriger stellen werden, als bei solchen Ausbesserungen, bei denen nur die offenkundig schadhaften Teile mit möglichst geringem Arbeitsaufwand wiederhergestellt werden.

Federprüfmaschinen.

Von **Eugen Irion**, Düsseldorf.

Tragfedern sind wichtige Bauteile der Fahrzeuge. An ihren Baustoff werden sehr hohe Ansprüche gestellt. Da die Güte jedoch wesentlich von der Härtung abhängig ist, so müssen die Federn im fertigen Zustand einer genauen Prüfung unterzogen werden, die der Beanspruchung in der Praxis möglichst entsprechen soll. Man darf die Federn daher nicht wie bisher nur statisch belasten, sondern mufs den wirklich in der Praxis vorkommenden Belastungsvorgang möglichst nachahmen. Diesem Zweck dienen Spezial-Federprüfmaschinen, die die Federn dynamisch beanspruchen. Die kleineren Federprüfmaschinen finden in erster Linie bei der Herstellung von Tragfedern für Personen- und Lastkraftwagen, die gröfseren Maschinen von über 10000 kg Druckkraft dagegen bei der Herstellung von Blatt- und Pufferfedern Verwendung. Hauptsächlich die Gröfsen für 20 bis 30 t Druck leisten in Eisenbahn-Ausbesserungswerkstätten bei der Ausbesserung bzw. Nachprüfung alter Federn gute Dienste. Die Federn werden nach den Vorschriften des Eisenbahnzentralamtes dynamisch und statisch belastet, auf ihre Tragfähigkeit und Durchbiegung untersucht und, wenn nicht einwandfrei, von der weiteren Verwendung ausgeschlossen. Diese eingehende Prüfung der gebrauchten Federn durch die Ausbesserungswerkstätten trägt zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Eisenbahnfahrzeuge bei. Neugelieferte Federn müssen schon auf den Lieferwerken einer Prüfung unterzogen werden.

Die nachstehend beschriebene Federprüfmaschine (Abb. 1) ist, weil sie einer wenig achtsamen Behandlung im Betriebe ausgesetzt ist, von besonders kräftiger Bauart. Der Übergang von einer Prüfungsart zur anderen: Zug- und Druck- oder Biegeversuch erfordert keine besondere Vorbereitungen und kann unmittelbar stattfinden. Als Kraftmesser dient je nach dem beabsichtigten Sonderzweck die Hebelwage oder Flüssigkeitswage.

Die Ausführung entspricht den Vorschriften des Deutschen Eisenbahn-Zentralamtes, so dafs die einzelnen Federn zunächst einmal grade gestreckt, wieder entlastet und sodann etwa 60 oder 120 mal in der Minute bis zur horizontalen Lage durchgedrückt werden können. Ebenso können die fertigen Federn in Gehängen wie bei den Fahrzeugen und unter der gleichen Belastung wie unter den Fahrzeugen, geprüft werden. An der Gehängevorrichtung kann während der Belastung der Neigungswinkel der Gehängeeisen abgelesen werden.

Die Maschine besteht im wesentlichen aus einem kräftigen

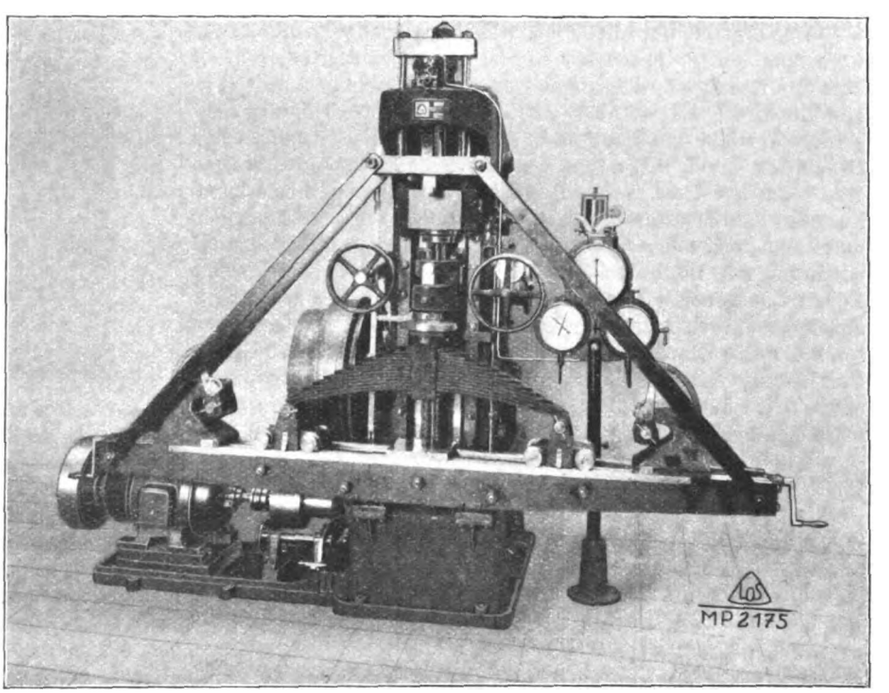


Abb. 1. Federprüfmaschine.

gufseisernen Ständer, in welchem der Kurbelantrieb untergebracht ist. An ihm ist auch der Druckbock in Schlittenführung angeordnet. Durch die Gewindespindel wird über ein Schneckengetriebe der Druckbock mit einer Geschwindigkeit von 1000 mm in der Minute abwärts bzw. aufwärts bewegt und dadurch den einzelnen Federblättern oder den fertigen Federn die jeweils gewünschte Durchbiegung erteilt. Die

Digitized by Google

Belastung der Feder wird vom Biegetisch aufgenommen und vermittels der Zugstangen auf eine Meſsdose übertragen. Die Meſsdose steht in Verbindung mit den Manometern, an deren Skalen der jeweilige Druck sofort abgelesen werden kann und mit dem Schreibapparat, der die Durchbiegung bzw. Zusammendrückung der Feder als Funktion der Belastung in Diagrammform auf einen Papierstreifen aufzeichnet (Abb. 2).

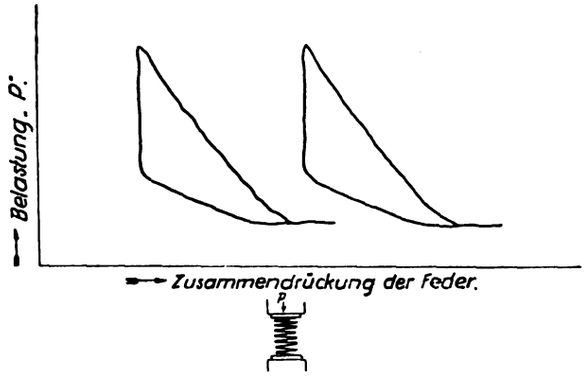


Abb. 2. Diagramm einer Ringfeder. Statischer Versuch.

Durch Zwischenschaltung einer Kulisse in den Antrieb können die Hübe des Druckbockes in einfacher Weise in den Grenzen von 0 bis 600 mm oder 0 bis 200 mm, entsprechend den erforderlichen Pfeilhöhen der einzelnen Federn durch Drehen des Handrades eingestellt werden. Diese Verstellung kann während des Ganges vorgenommen werden, der jeweils einzustellende Hub ist an der Skala des Zeigers zu ersehen.

Der Antrieb für die dynamische Prüfung kann zur Auswechslung der zu prüfenden Federn durch einen Hebel auſser Betrieb gesetzt werden, ohne daſs die Maschine selbst abgestellt wird. Es ist aber auch infolge der Vereinigung der beiden Antriebe möglich, nach der dynamischen Prüfung den Druckbock durch Betätigung des Hebels höher laufen zu lassen. Man kann auf diese Weise die Federn sowohl vom unbelasteten Zustand auf Belastung drücken, wie auch die Schwingungen unter entsprechender Vorspannung vornehmen. Die Maschine ist auſser mit Rollböcken mit Aufhängevorrichtungen für die Federn ausgerüstet, deren Neigungswinkel an einer Skala abgelesen werden kann. Sie können vermittels einer Gewindespindel durch Handkurbeln unter Last verstellt werden. Eine Vorrichtung verhütet das Auflaufen des Druckbockes nach oben oder unten und rückt den Antrieb nach Erreichung jedes gewünschten Hubes selbsttätig aus.

Auf der Maschine können alle Sorten Tragfedern, ebenso Zug- und Druckfedern, die in Ösen eingehängt werden, geprüft werden. Die Einspannlänge der Druckfedern kann im unbelasteten Zustande bis 1500 mm betragen.

Eine andere, zu Schlagversuchen bestimmte Maschine ist in Abb. 3 dargestellt. Sie besteht aus einem guſseisernen Rahmen, in welchem Belastungsgewichte untergebracht sind, dem Biegetisch, und einer Hebevorrichtung für die Belastungsgewichte, die mittels Hebel- und Kurvenscheibe durch einen Elektromotor und ein Rädervorgelege betätigt wird. Die Hebevorrichtung selbst ist durch einen geeigneten Apparat verstellbar in den Grenzen von 0 bis 200 mm, wodurch die Fallhöhe der Belastungsgewichte reguliert wird. Die Maschine ist ausgestattet mit zwei Rollwagen zum Prüfen von Tragfedern, mit einer Vorrichtung zum Prüfen von halben Federn und ferner mit einem Schreibapparat, welcher die Durchbiegung während der Schwingung selbsttätig aufzeichnet.

Die Arbeitsweise ist folgende: Die Belastungsgewichte werden mittels der Kurvenscheibe in die höchste Stellung gebracht; hierauf wird die Feder in den auf dem Biegetisch befindlichen Rollwagen eingesetzt und alsdann der Motor angelassen. Die Kurvenscheibe bewirkt dann, daſs die Belastungsgewichte zehnmal in der Minute einen Schlag auf die Feder ausüben und daſs zwischen je zwei Hüben die Feder unter Last ausschwingen lassen. Die Belastungsgewichte sind auswechselbar. Ein Druckstück gestattet eine Einstellung entsprechend der jeweiligen Pfeilhöhe der Feder.

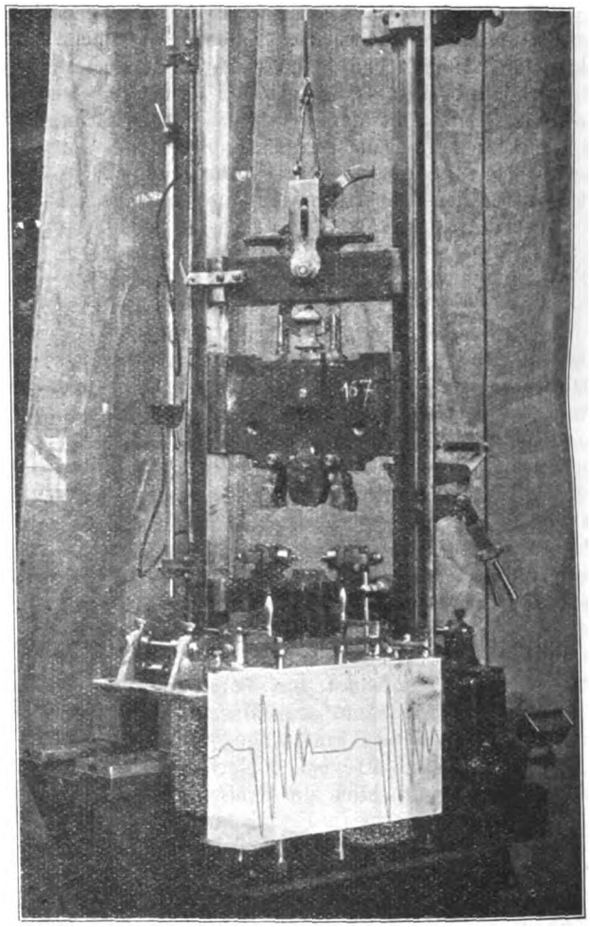


Abb. 3.

Auſser diesen beiden Prüfmaschinen gibt es noch Dauerfallwerke, bei denen der Bär nach dem Schlag mit der Feder verbunden bleibt und mit ihr gemeinsame Schwingungen ausführt. Im Augenblick des Auftreffens des Bären auf ein mit dem Federbund fest verbundenes Querstück kuppelt er sich mit diesem und schwingt solange mit der Feder, bis die Zange der Hochhebevorrichtung ihre untere Endstellung erreicht, den Bär faſst und nach Lösung seiner Verkupplung und Betätigung eines elektrischen Kontakts hochhebt. In der oberen Endstellung wird der Bär zu neuem Schlag ausgelöst. Die Zeitdauer des Spiels kann so eingestellt werden, daſs die Schwingungen jeweils ausklingen können. Dieser Vorgang wiederholt sich selbsttätig. Die von der Maschine aufgezeichneten Diagramme lassen erkennen, ob die Elastizität der Feder unter der Beanspruchung nachgelassen hat. Da solche Prüfungen im allgemeinen nur bei Automobilfedern ausgeführt werden, wird von einer näheren Beschreibung der Maschine abgesehen.

Digitized by Google

Einige Beispiele für Fliefsarbeit in einem Lokomotivausbesserungswerk.

Von Reichsbahnrat **Ebert**, Nürnberg.

Für die Entwicklung des technischen Lebens der Industrie war in den letzten Jahren die wissenschaftliche Durchdringung der Betriebe in den verschiedensten Beziehungen richtunggebend. Eines der Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Durchdringung ist die Arbeitsgestaltung als Fliefsarbeit. Die Eisenbahnausbesserungswerke standen in ihrer Entwicklung unter dem gleichen Einflufs und nun handelt es sich auch für sie darum, das Schlagwort von der Fliefsarbeit zu verwirklichen. Die Tendenz, fliefsend zu arbeiten, herrscht in den meisten Werken schon seit Beginn der wissenschaftlichen Betriebsführung, aber erst allmählich haben sich die verschiedenen Begriffe und die Gesetze der Fliefsarbeit herausgebildet und sind nun eindeutig und klar im Buch*) »Fliefsarbeit« des AWF dargelegt. Es ist jetzt möglich, die zahlreichen Arbeitsabläufe in einem Werk auf ihren Fliefsarbeitscharakter hin strenger zu prüfen als vorher, da die Auffassung von dem Begriff der Fliefsarbeit und deren Teilbegriffen doch eine sehr verschiedene war. Jetzt zeigt sich, dafs für eine Reihe von Vorgängen in einem Eisenbahnausbesserungswerk reine Fliefsarbeit nicht zu erzielen sein wird, denn »wo Erzeugnisse aus verschiedenen Bestandteilen zusammengebaut werden müssen, vermag sich die Mechanisierung nicht restlos durchzusetzen. Die überlegend, zweckbewufst handelnde menschliche Mitarbeit bleibt hier unentbehrlich, doch ist der Mensch ein Glied einer zur Arbeitsleistung organisierten Kette«. Wo es aber möglich ist, das Werkstück, die gesamte Fertigung, in einem Flusse durchlaufen zu lassen, ist die Einrichtung der Fliefsarbeit geboten. Es ist dabei gleichgültig, ob dieser Flufs sich aus einzelnen Schritten von der Dauer der Operationszeiten oder aus ununterbrochener Bewegung, beispielsweise auf einem Förderband, ergibt, nur dürfen keine Wartezeiten entstehen. Die Erklärung des Begriffes Fliefsarbeit lautet daher: Fliefsarbeit ist eine ortlich fortschreitende, zeitlich bestimmte, lückenlose Folge von Arbeitsgängen.

Für die Untersuchung, welche Arbeiten in einem Eisenbahnausbesserungswerk sich für Ausführung in Fliefsarbeit eignen, ist die meist übliche Scheidung der Arbeiten nach der örtlichen Erledigung in Richthallenarbeiten und Arbeiten in den Fertigungsbetrieben nicht zweckmäfsig, weil es sich bei der Einführung von Fliefsarbeit vielfach um die Kopplung bisher getrennt ausgeführter Arbeitsgänge handelt und hergebrachte Arbeitsteilungen verlassen werden müssen. Besser ist es, alle vorkommenden Arbeitsabläufe auf ihren Reihencharakter zu untersuchen, d. h. die Wege der Bearbeitung zu verfolgen und zu beobachten, inwieweit der Arbeitsablauf für ein einfaches Teil, ein zusammengesetztes Werkstück oder ein zusammengesetztes Hauptteil eine Summe von Arbeitsstellen bildet, die zu Fliefsarbeitsreihen zusammengefafst werden könnten. Es wäre eine äufserst umfangreiche Arbeit für ein Eisenbahnausbesserungswerk, einen Grundplan der Fliefsarbeit aufzustellen, eine Arbeit, die sich zunächst nur als ein Versuch zur Lösung der Aufgabe darstellen könnte. Es sei daher an einigen einfachen Beispielen aus einem Lokomotivausbesserungswerk gezeigt, inwieweit Einführung von Fliefsarbeit möglich ist und welche Überlegungen dabei anzustellen sind. Gewählt sind:

Die Stehbolzenmacherei als einfaches Beispiel einer Teile-Fertigungsreihe mit wenigen Arbeitsstellen und einfachem Fördermittel,

die Heizrohrwerkstätte als Beispiel für eine längere Teile-Fertigungsreihe mit planmäfsig ausgebildetem Fördermittel,

die Stangenwerkstätte als Beispiel für eine Baureihe mit Nebenreihe.

*) Die Begriffe über Fliefsarbeit sind im folgenden ausnahmslos dem Buch „Fliefsarbeit" des Ausschusses des V. D. I. für wirtschaftliche Fertigung (AWF) entnommen.

Diese Beispiele mögen dazu dienen, die Begriffe der Fliefsarbeit an ihnen zu erläutern.

Die Stehbolzenherstellung in Fliefsarbeitsreihe.

Die Herstellung der Stehbolzen im selbsttätigen Arbeitsgang, d. h. im Arbeitsgang an einer selbsttätigen Maschine, ist gegenwärtig nicht mehr möglich, weil die vorhandenen Maschinen die jetzt verlangten hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Stehbolzen nicht zu erfüllen vermögen. Die Herstellung wird daher in Arbeitsstufen und Arbeitsgänge aufgelöst, die im einzelnen die geforderte Herstellungstoleranz erzielen lassen. Diese Arbeitsstufen sind:

1. Abschneiden der Bolzen auf Länge von der Stange,
2. Durchbohren der Bolzen (entfällt bei hohlgewalztem Kupfer),
3. Einschlagen eines Drei- oder Vierkantes,
4. Ausdrehen des Schaftes,
5. Überdrehen des Gewindeteiles,
6. Vorstrählen des Gewindes,
7. Fertigstrählen des Gewindes,

   } kann auf zwei oder einer Maschine ausgeführt werden.

8. Kennzeichnung und Prüfung der Bolzen.

Nachdem zunächst durch Arbeitsstudien die zweckmäfsige Auswahl und Ausstattung der Maschinen, z. B. die Ausstattung mit Fufs- und Handbremsen zum sofortigen Anhalten der Maschinen, mit drehbaren Körnerspitzen zum reibungsfreien Lauf der Bolzen, die Aufeinanderfolge der Maschinen und das verbindende Fördermittel gefunden war, wurde durch Zeitstudien die Dauer der Einzelvorgänge festgelegt. Danach liefs sich ein Zeitplan aufstellen; das ist ein graphischer Übersichtsplan der Fertigungszeit und aus diesem Zeitplan wiederum liefsen sich die Arbeitsgänge in gleichlang dauernde zusammenfassen, um gleichmäfsigen Fliefstakt zu erhalten. Übersicht I gibt in einer schematischen Darstellung der Fliefsarbeitsreihe die Aufstellung der Maschinen, die darauf vorzunehmenden Arbeiten und das Fördermittel wieder, das aus einem in Drehbankbetthöhe liegenden Kleingleis mit Kleinwagen für etwa 30 Bolzen und einem darüber liegenden Kleingleis für die leer zurücklaufenden Wagen besteht. Ferner läfst die Darstellung erkennen, dafs alle Arbeitsstellen im gleichen Arbeitstakt arbeiten. Der Arbeitstakt, d. h. die Zeit zwischen der Fertigstellung eines Gegenstandes und des nächsten auf ein und derselben Reihe beträgt im vorliegenden Fall eine Minute. Es wird also in jeder Minute ein Stehbolzen fertig. Die Bearbeitungszeit, das ist die Summe der für einen Gegenstand aufgewendeten Arbeitsminuten, beläuft sich auf sechs Minuten. In dieser Zeit drückt sich auch der Erfolg der Umstellung auf Fliefsarbeit aus: früher wurden für einen Stehbolzen mittlerer Gröfse zehn Minuten, bei Verwendung von selbsttätigen Maschinen acht Minuten Gedingezeit gegeben, ohne dafs dabei enge Herstellungstoleranzen eingehalten werden konnten, während jetzt auf dem Genaubolzen sechs Minuten Arbeitszeit liegen. Fliefsarbeit gestattet an sich keine Arbeit im Gedinge, denn der einzelne Arbeiter vermag an seiner Arbeitsstelle allein das Zeitmafs der Fertigung nicht zu beschleunigen und für sich einen höheren Verdienst herauszuarbeiten. Trotzdem wird im vorliegenden Fall im Gedinge gearbeitet; es mufs eben die ganze Gruppe gleichzeitig die Arbeit beschleunigen, wenn sie über den normalen Verdienstsatz hinauskommen will. Gröfsere Verdienststeigerungen sind aber nicht möglich. Um das Fördermittel einfach gestalten zu können, wurde davon abgesehen, jeden Bolzen einzeln von Arbeitsstelle zu Arbeitsstelle wandern zu lassen. Die Platzmenge, d. h. die Menge, die am Beginn einer Teile-Fertigungsreihe oder an beliebigen Arbeitsstellen einer Reihe in geschlossenen Stückzahlen angeliefert wird, beträgt hier eine Förderwagenladung zu 30 Stück; sie ist also so klein, dafs von einer Stapelung der Werkstücke an der

Digitized by Google

Übersicht 1.

Fliefsarbeitsreihe: Stehbolzenherstellung.

Arbeitstakt 1 Min.

0	Feld / Förderwagen	1 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6 →	7 →
1	Maschine	Abstechbank mit selbsttätigem Materialvorschub	Presse	Drehbank	Drehbank	Stehbolzengewindedrehbank	Stehbolzengewindedrehbank	Prüftisch
2	Arbeitsgang	Abstechen	Vierkant einpressen	Schaft ausdrehen und Gewindeteil vordrehen	Gewindeteil fertig drehen	Gewinde vorstrählen	Gewinde fertig strählen	Bolzen prüfen
3	Menge je Arbeitsgang	1	1	1	1	1	1	1
4	Arbeitsstück	hohlgewalzte Kupferstangen	abgeschnittene Längen	abgeschnittene Längen	vorgedrehte Bolzen	vorgedrehte Bolzen	vorgestrählte Bolzen	Stehbolzen
5	Vorrat	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück
6	Zuführung	vom Lager	vom Feld 1	vom Feld 2	vom Feld 3	vom Feld 4	vom Feld 5	vom Feld 6
7	Werkzeug	Abstechstahl	Einprefsdorn	Drehstahl	Drehstahl	Strähler	Strähler	
8	Prüfmittel				Rachenlehre		Rachenlehre Kernlehre Flankenlehre	Prüflehren für Aufsen-Kern-Flanken-durchmesser Steigung
9	Arbeitsstelle Nr.	1	2	3	4	5	6	7
10	Arbeiter Nr.	1	2	3	4	5	6	7
11	Zeit ab Null in Min. je Wagen	30	60	90	120	150	180	
12	Zeit je Einheit und Arbeitsgang in Min.	1	1	1	1	1	1	
13	Bemerkung				← Förderwagen leer zurück zu Feld 1			

Bearbeitungsmaschine nicht gesprochen werden kann. Die Stapelung der Werkstücke an den Maschinen ist ein Hauptfeind der Fliefsarbeit.

Der Arbeitsablauf stellt also eine einfache Teile-Fertigungsreihe dar, das ist eine Reihe, in der Einzelteile in Fliefsarbeit bearbeitet werden. Die Arbeitsgänge sind Steharbeitsgänge, d. h. die Arbeitsgänge werden im Gegensatz zum Geharbeitsgang am festen Ort ausgeführt. Das Werkstück schreitet örtlich fort, die Arbeitsgänge folgen lückenlos zeitlich bestimmt aufeinander.

Die Heizrohrherstellung in Fliefsarbeit.

Die Arbeitsgänge in der Rohrschmiede sind folgende: Reinigen der Rohre in der Rohrtrommel, Abschneiden der Rohrenden, Anschleifen der Einspannstellen zum elektrischen Schweifsen, elektrisches Anschweifsen von Rohrstutzen, Entfernen des inneren Grates durch Ausstofsen *), des äufseren Grates durch Abschleifen, durch Verengen der einen Rohrseite **), Abschneiden des Rohres auf Länge, Aufweiten der anderen Rohrseite, Prüfen des Rohres mit Wasserdruck. Der Ablauf dieser Arbeitsgänge zeigte seit langem schon Ähnlichkeit mit fliefsender Fertigung. Die Arbeitsgänge schritten örtlich fort, waren zeitlich bestimmt, aber in den wenigsten Fällen schlossen sich die Arbeitsgänge lückenlos aneinander, weil die Dauer der Einzeloperationen einander ungleich oder weil das Fördermittel nicht entsprechend ausgestaltet war. Es stapelten sich daher an einzelnen Arbeitsstellen gröfsere oder kleinere Mengen von Rohren an. Der Arbeitsablauf am einzelnen Rohr gesehen war also kein stetiger, sondern ein ruckweiser. Um den Arbeitsablauf zur Teile-Fertigungsreihe umzugestalten, mufste ein Arbeitstakt herausgebracht werden, d. h. alle Arbeitsstellen müssen ihre Arbeitsaufgaben in der gleichen Zeit, der Einheitszeit, erledigen. Die Hauptaufgabe bestand also im vorliegenden Fall darin, die Arbeitsmittel so zu verbessern, dafs die Einzelarbeitszeiten gleich der des besten vorhandenen Arbeitsmittels wurden und dafs das Fördermittel den Durchgang der Rohre in unbehindertem Lauf und ohne Aufwendung von besonderer Förderarbeit ermöglichte. Arbeitsstudien und Zeitaufnahmen gaben auch hier die Grundlagen für die Ausgestaltung der Arbeits- und Fördermittel.

Die Verbesserung der Arbeitsmaschinen besteht nun im folgenden:

Die Rohrabschneidemaschine ist zusammengelegt mit der Vorrichtung zum Anschleifen der Einspannstellen zum elek-

*) Neuerdings ist durch eine vom Eisenbahnausbesserungswerk Eberswalde gebaute Vorrichtung das selbsttätige Innenentgraten ermöglicht.

**) Kann entfallen, wenn bereits verengte Rohrstutzen angeschweifst werden.

Digitized by Google

trischen Schweifsen; während das Rohr abgeschnitten wird, wird gleichzeitig die Einspannstelle blank geschliffen. Das Verengen der Rohre nahm die längste Zeit in Anspruch. Durch kleine Verbesserung der Walzmaschine, durch Vorschalten eines rasch laufenden Hammers, der die stark einzuengenden Rohre in ein passendes Gesenk schlägt und vor allem durch Herabsetzung der Anwärmzeit für das Rohrende gelang es, auch diese Arbeitsstelle auf den Fliefstakt zu bringen. Die Koksöfen zum Anhitzen der Rohrenden wurden ersetzt durch Gasöfen von geringstem Raumbedarf und selbsttätiger Gasabsperrung. In dem Augenblick, wo das Rohr in den Ofen eingeführt wird, öffnet sich, betätigt durch das Eigengewicht des Rohres, die Gaszuführung und in dem Augenblick, wo das Rohr herausgezogen wird, wird selbsttätig die Gaszufuhr abgeschaltet. Einige glimmende Kohlenstückchen im Ofenraum dienen als Zündmittel. Nebenher sei bemerkt, dafs im vorliegenden Fall eine Wirtschaftsrechnung auf Grund gemessenen Koks- und Gasverbrauchs billigere Betriebskosten für den Gasofen als für den Koksofen ergab.

Die Verbesserung im Fördermittel besteht darin, dafs die gereinigten und sortierten Rohre von einem Spezialwagen aus durch einfache Hebelbetätigung, also ohne dafs das Rohr gehoben wird, der Abschneid-Anschleifmaschine zurollen, dafs sie nach dem Abschneiden und Anschleifen durch Betätigen eines Fufstrittes ohne jede Anstrengung des Arbeiters hochgehoben werden, um das Gefälle für den weiteren selbsttätigen Ablauf auf einem Bockgestell zu gewinnen. Ohne weiteren Aufwand von Hebearbeit laufen die Rohre auf Rollen und geeignet gestalteten Gestellen an den einzelnen Arbeitsmaschinen vorbei bis in die Rohrpresse hinein und aus dieser in den Rohrförderwagen.

Aus Abb. 1 geht hervor, wie die Arbeitsgänge zu Arbeitsstellen zusammengefafst sind, um gleichmäfsigen Fliefstakt zu erhalten und wie sie räumlich angeordnet sind. Die Kriterien der Fliefsarbeit: örtliches Fortschreiten, zeitliche Bestimmtheit und lückenlose Folge der Arbeitsgänge sind erfüllt. Der Arbeitstakt beträgt zwei Minuten, die Durchgangszeit zehn Minuten, die Bearbeitungszeit (Gedingezeit) zwölf Minuten. Vor Einführung der Fliefsarbeit betrug die Gedingezeit 15 Minuten. Um den Arbeitern den Vorteil des Gedingeverdienstes zu verschaffen, wird auch hier im Gedinge gearbeitet, obwohl streng genommen die Fliefsarbeit kein Gedinge zuläfst. Der Arbeitstakt wird umso kleiner werden je höhere Überverdienste die Arbeitergruppe erzielen will.

Die Stangenwerkstätte.

Die Instandsetzung der Treib- und Kuppelstangen vollzog oder vollzieht sich in den meisten Werken etwa folgendermafsen:

Die Stangen werden nach dem Ausbau und nach Reinigung der Stangenmacherei zugeführt; hier werden die Schmierdeckel abgebaut, das Öl aus den Schmiergefäfsen abgelassen, die Stangen erstmalig untersucht, die ausgeschlagenen Stangenköpfe von Hand oder mittels Schleifmaschinen nachgearbeitet, Büchsen ausgeprefst, neue eingeprefst, Schmierdeckel aufgesetzt, vorgearbeitete Lager- und Stellkeile angezeichnet, fertig bearbeitet und in die Stangen eingepafst, sodann werden die Lager angerissen zum Drehen, gedreht, ausgegossen (ausgedreht für den Fall des angenäherten Genaugiefsens), auf die Zapfen der Radsätze aufgepafst und schliefslich wieder in die Stangen eingebaut. Diese Arbeitsgänge vollziehen sich je nach der örtlichen Einrichtung des Werkes an den verschiedensten Arbeitsstellen: das Ausschleifen der Stangenköpfe in der Stangenwerkstätte oder in einer Zubringerwerkstätte bei der Schleifmaschinengruppe, das Vorarbeiten der Lager und Stellkeile in einer Zubringerwerkstätte bei der Fräs- und Hobelmaschinengruppe, das Fertigbearbeiten auf Fräs- oder Hobelmaschinen in der Stangenwerkstätte, das Drehen der Stangenlager in der Dreherei bei einer Drehbankgruppe oder in der Stangenwerkstätte, das Ausgiefsen in der Lagergiefserei, das Aufpassen der Stangenlager bei irgend einer Sondergruppe in der Richthalle. Zahlreiche teilweise sich kreuzende Förderungen entstehen, die einzelnen Arbeitsstellen erledigen auch noch andere Arbeiten, sind also nicht scharf aufeinander eingestellt, der Durchflufs der Teile geht mühsam vor sich und es bedarf häufigen Eingreifens, um fristgerechte Fertigung zu erzielen.

Die Umstellung auf Fliefsarbeit ergibt folgende Lösung:

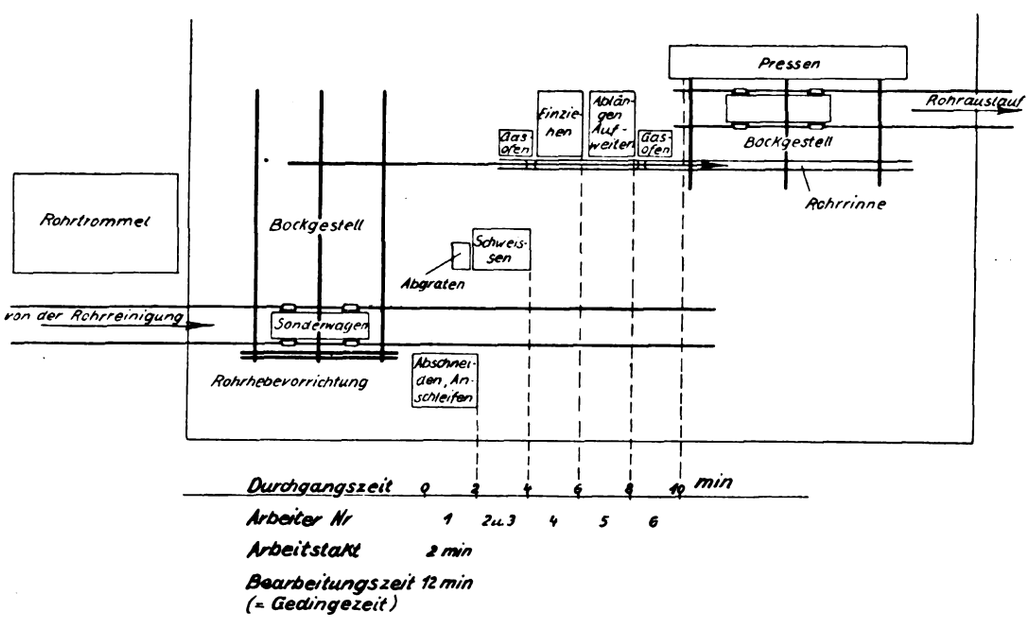


Abb. 1.

Die Arbeitsstellen werden im Sinne des günstigsten Arbeitsablaufes hintereinander angeordnet. Die Hintereinanderreihung der Arbeitsstellen, die an den Stangen selbst Verrichtungen vorzunehmen haben, ergibt die Hauptreihe, das ist die eigentliche Fliefsarbeitsreihe uud die Hintereinanderschaltung der Arbeitsstellen, die mit den Lagern beschäftigt sind, ergibt die Nebenreihe, das ist eine Reihe zur Ausführung einzelner Arbeitsvorgänge an einzelnen Arbeitsstücken, die in der Hauptreihe nicht bewältigt werden können. Es erhalten die Arbeitsstellen die für ihre Arbeitserledigung notwendigen Betriebsmittel unmittelbar beigestellt. Die Arbeitsgänge werden so zu Arbeitsstellen zusammengefafst, dafs an jeder Arbeitsstelle die gleiche Arbeitszeit benötigt wird: der Arbeitstakt ist damit gewonnen. Wie aus der schematischen Darstellung der Fliefsarbeitsreihe Übersicht 2 und der die räumliche Verwirklichung darstellenden Abb. 2 hervorgeht, gestaltet sich der Arbeitsablauf folgend:

Der Stangensatz wird nach dem Abbau und der Reinigung auf einen Sonderwagen gebracht, der die Rolle eines Wanderarbeitstisches spielt. Auf der Arbeitsstelle 1 werden die Schmierdeckel abgebaut, die Stangen gestürzt, so dafs das Öl der Schmiergefäfse in beiderseits am Wagen hängende Blech-

Digitized by Google

behälter abfliefst. Die Stangen werden erstmalig untersucht, verbrauchte Büchsen ausgepreſst. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der halben Einheitszeit. Auf dem Sonderwagen rollt der Stangensatz nun der Arbeitsstelle 2 zu. Hier werden die Stangenköpfe nach Flachlehren mit Gut- und Ausschuſsseite, die für Abnutzungsstufen von 0,5 mm zu 0,5 mm steigend bis zu einer Gröſstabnutzung von 4 mm vorhanden sind, ausgeschliffen. Das Ausschleifen der Stangenköpfe auf bestimmte Abnutzungsstufen erfolgt deshalb, weil die Stangenlager in den gleichen Stufen auf Vorrat hergestellt bzw. nachgearbeitet werden. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der Einheitszeit. Der Wandertisch rollt nun der Arbeitsstelle 3 zu. Hier werden die Lager, die nach Grenzrachenlehren bearbeitet wurden und infolgedessen nur geringfügiger Einpaſsarbeit bedürfen, eingebaut und die Gelenkbolzen eingepaſst. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der Einheitszeit. Der Wagen mit dem Stangensatz wird nun der Arbeitsstelle 4 zugestellt, wo die auf der Arbeitsstelle 1 abgebauten und dort instand gesetzten Schmierdeckel und Stellkeile mit Schrauben eingebaut und Büchsen eingepreſst werden. Der Zeitbedarf dieser Arbeitsstelle ist gleich der halben Einheitszeit. Arbeitsstelle 1 und 4 werden von einem Arbeiter bedient. Die nächste Arbeitsstelle ist der Stangenmeſstisch, also Arbeitsstelle 5. Hier verlassen die Stangen den Wandertisch, der leer wegrollt und werden auf dem Stangentisch zusammengebaut. Der Stangenmeſstisch selbst stellt mit seinem Zubehör eine sehr brauchbare Einrichtung vor, die die Arbeit des Anreiſsens der Lager und späterhin des Nachmessens der ausgegossenen Lager und der Prüfung der Stangen sehr erleichtert gegenüber der früher üblichen Arbeit auf Holzböcken mit Stangenzirkel und Bleimitte. Die einzelnen Flanschen des 8 m langen Meſstisches werden mit Hilfe von Endmaſsen auf die Stangenlängen eingestellt. Die Stangen werden mit ihren Lageröffnungen über die Konusbohrung der Flanschen auf Unterstützungsböcke gelegt, in die Konusbohrung der Flansche werden längere Meſsdorne gesteckt, welche die Anreiſs- und Tastgeräte tragen. Die Stangenlager werden hier angezeichnet, ausgebaut und zur Arbeitsstelle I der Nebenreihe zum Drehen gebracht. Der Stangensatz selbst bleibt zusammengesteckt und wird hinter dem Meſstisch auf Böcken abgestellt. Hier ist Gelegenheit, den Stangensatz mit elektrischer Handschleifmaschine oder Pendelschleifmaschine abzuschmirgeln. Die Lager wandern nach dem Ausdrehen, das wiederum innerhalb der Einheitszeit erfolgt, zur unmittelbar nebenan befindlichen Arbeitsstelle II der Lagerausgieſserei. Nach dem Genaugieſsen werden die Lager zur unmittelbar anstoſsenden Arbeitsstelle III gebracht, wo sie auf die Zapfen der inzwischen herangerollten Radsätze aufgepaſst werden. Nach dem Aufpassen werden die Lager in die nebenanliegenden Stangensätze nebst Stellkeilen und Schrauben wieder eingebaut. Die Nebenreihe mündet jetzt in die Hauptreihe ein. Die Arbeitsstelle 6, das ist der Stangenmeſstisch

Übersicht 2.

Fliefsarbeitsreihe: Stangeninstandsetzung.

Arbeitstakt: 480 Min. für Lok. P 8.

		Hauptreihe				Nebenreihe Feld I, II, III	
0	Feld / Fördertisch	1 →	2	3 →	4 →	5 Stangen ablegen	6
1	Maschine		Stangenkopf-schleifmaschine			Stangen-meſstisch	Stangen-meſstisch
2	Arbeitsgang	Schmierdeckel abnehmen, Stellkeile mit Schrauben instand setzen, Büchsen aus-pressen, Stange untersuchen	Stangenköpfe ausschleifen	Lager einbauen, Gelenkbolzen einpassen	Schmierdeckel anbauen, Büchsen einpressen, Stellkeileinbau	Stangen zusammenbauen, Lager anreiſsen zum Drehen	Lager und Stangenlängen nachmessen
3	Menge je Arbeitsgang		1 Satz	1 Satz	1 Satz	1 Satz	
4	Arbeitsstück			Lager	Schmierdeckel Stellkeile		Lager
5	Vorrat						
6	Zuführung	vom Lokabbau	vom Feld 1	Kleinwagen vom Vorratslager	Kasten vom Feld 1		vom Feld III
7	Werkzeug					Anreiſs-vorrichtung	
8	Prüfmittel		Flachlehren			Endmaſse Wasserwage	Zeiſsmeſsuhr Stangenzirkel
9	Arbeitsstelle Nr.	1	2	3	4	5	6
10	Arbeiter Nr.	1	2	3	1	4 u. 5	4 u. 5
11	Zeit ab Null in Min.	240	720	1200	1440	1680	1920
12	Zeit je Einheit und Arbeitsgang in Min.	240	480	480	240	240	240
13	Bemerkung			Wandertisch leer zurück ←			

Digitized by Google

zum Nachmessen der ausgegossenen Lager und zum Nachprüfen der Stangenlänge, stellt also den Kopplungspunkt der Haupt- und Nebenreihe dar. Im vorliegenden Fall ist die Arbeitsstelle 6 mit Arbeitsstelle 5 vereinigt, um die Beschaffung eines 2. Stangenmefstisches zu ersparen. Der Zeitbedarf auf Arbeitsstelle 5 und 6 ist je gleich der halben Einheitszeit. Der Stangensatz bleibt nach dem Nachmessen auf Arbeitsstelle 6 zusammengebaut und wird mit einer besonderen Tragvorrichtung als Ganzes der Lokomotive zugeführt, für die er bestimmt ist. Ohne irgendwelches Nacharbeiten oder Nachmessen wird er als Ganzes der Lokomotive angebaut.

Die Durchgangszeit z. B. für einen Stangensatz der Lokomotive P 8 beträgt 1920 Minuten, das sind nicht ganz vier Arbeitstage. Vor dieser Zeit wird der Stangensatz selbst bei kurzen Aufbaufristen für Lokomotiven keinesfalls benötigt. Die Leistung der Reihe ist bei einem Arbeitstakt von 480 Minuten rund täglich ein Stangensatz, entsprechend einem Auslauf von arbeitstäglich einer Lokomotive. Die Fliefsarbeitsreihe ist hier insofern eine Wechselreihe, das ist eine Reihe, in der verschiedene Gegenstände abwechselnd gefertigt werden, als die Stangensätze verschiedener Lokomotivbauarten zur Instandsetzung durchlaufen. Der Arbeitstakt ist für jede Stangenbauart ein verschiedener. Die Zeitaufnahmen der auf den einzelnen Arbeitsstellen benötigten Arbeitszeit nach Einrichtung der Haupt- und Nebenreihe ergaben Abweichungen von der Einheitszeit in der Höhe von 2 bis 7 %. Diese Abweichungen liegen innerhalb der zulässigen Toleranz, als welche wohl der Zeitzuschlag für persönliche und sächliche Verlustzeiten betrachtet werden kann. Der Erfolg der Umstellung auf Fliefsarbeit zeigt sich darin, dafs jetzt neun Arbeiter den in der Haupt- und Nebenreihe liegenden Arbeitsumfang bewältigen, während vorher hierzu 16 Mann nötig waren.

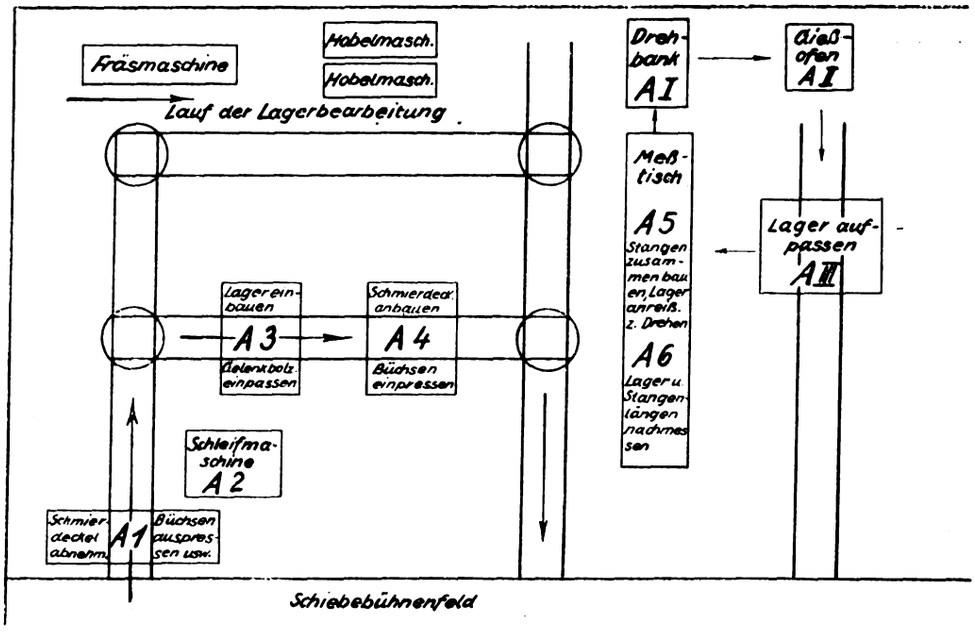


Abb. 2.

Schlufsbetrachtung. Die Beispiele zeigen, dafs für die Einrichtung von Fliefsarbeit folgender Weg einzuschlagen ist:

a) Die Arbeitsabläufe sind daraufhin zu untersuchen, ob die zur Arbeitserledigung nötigen Arbeitsstellen zu Reihen zusammengeschlossen werden können. Gelingt eine solche Anordnung in Reihe, so ist damit die Voraussetzung für das erste Kriterium der Fliefsarbeit geschaffen: örtliches Fortschreiten der Arbeitsfolgen.

b) Durch Arbeitsstudien und Zeitaufnahmen sind die Grundlagen zu gewinnen für die Unterteilung der Reihe in Arbeitsstellen, deren jede ihre Aufgabe in bestimmter Zeit erledigen mufs. Durch Verbesserung der Arbeitsmittel der die meiste Zeit beanspruchenden Arbeitsstelle, durch mehrfache Besetzung einer solchen Arbeitsstelle und durch geeignete Zusammenfassung von Arbeitsgängen zu einer Arbeitsstelle mufs erreicht werden, dafs die zeitliche Bestimmtheit zur Gleichheit der Dauer der Arbeitsgänge in den einzelnen Arbeitsstellen wird, nämlich zur Einheitszeit. Damit wird in Verbindung mit der räumlichen unmittelbaren Aufeinanderfolge der Arbeitsstellen die Voraussetzung für das zweite und dritte Kriterium der Fliefsarbeit geschaffen: die zeitliche Bestimmtheit und lückenlose Folge der Arbeitsgänge. Fliefsarbeitspläne, wie z. B. Übersichten 1 und 2, dienen der Beschreibung der Fliefsarbeitsreihe. Das Fördermittel ist zweckentsprechend auszubilden, es kann auch innerhalb der Reihe wechseln und braucht durchaus nicht immer ein laufendes Band darzustellen. Die Zusammenordnung der Reihe bringt oft bis jetzt ungewöhnliche Folgen von Arbeitsmitteln. Die Auflösung der sogenannten Zubringerbetriebe, wie Dreherei, Fräserei, Hoblerei, Lagergiefserei usw. schreitet damit weiter fort. Die Gesichtspunkte für Neueinrichtung von Werken erfahren bei Beachtung der Gesetze der Fliefsarbeit eine weitere Fortbildung. Die Umstellung auf Fliefsarbeit ergibt Zeitgewinn, Erhöhung der Ausbringung, Raumgewinn, verringerte Lagerbestände und Vereinfachung der Aufschreibungsarbeit für die Selbstkostenermittlung. Ein besonderer Vorteil der Reihenarbeit liegt darin, dafs die Sicherheit für fristgemäfse Fertigstellung der Teile steigt, weil keiner der an der Reihe stehenden Arbeiter mit seiner Verrichtung zurückbleiben will und kann. Bei der früheren zerstreuten Anordnung der Arbeitsstellen, die miteinander wenig Fühlung hatten, fehlte das psychologische Moment der unbedingten Zusammengehörigkeit zu einem geschlossenen Arbeitskreis. In dem Mafse, als im Betriebe die Arbeitsvorgänge zu Reihen organisiert werden, strebt auch in den Eisenbahnausbesserungswerken die Fertigung der Vereinheitlichung zu als dem Endziel des Weges, der über Vereinheitlichung der Konstruktion (Typung) und Vereinheitlichung der Bauteile (Normung) zur Vereinheitlichung der Fertigung (Fliefsarbeit) führt.

Digitized by Google

Wirtschaftliche Ausnutzung der Hebekrane in Lokomotivausbesserungswerken.

Von Reichsbahnrat **J. Franke**, Schwerte (Ruhr).

Die Hebung und Beförderung der Schwerlasten mit Laufkranen hat für die Lokomotivausbesserungswerke eine immer gröfsere Bedeutung gewonnen. Die neueren Ausbesserungswerke sind sämtlich mit solchen Kranen versehen und auch ältere Werke sind zum gröfsten Teil bei Erweiterung oder beim Umbau mit Laufkranen ausgerüstet worden, so dafs nach Ausschaltung der älteren, nicht mehr leistungsfähigen Werke mit Hebebockausrüstung fast nur noch Laufkrane Verwendung finden.

Die Krananlagen gehören aber mit zu den teuersten maschinellen Einrichtungen, so dafs ihre wirtschaftlichste Ausnutzung ebenso oder noch mehr wie bei Werkzeugmaschinen notwendig ist. Es lohnt sich daher wohl Mittel und Wege zu suchen, die einzelnen Kranarbeitszeiten nach Möglichkeit

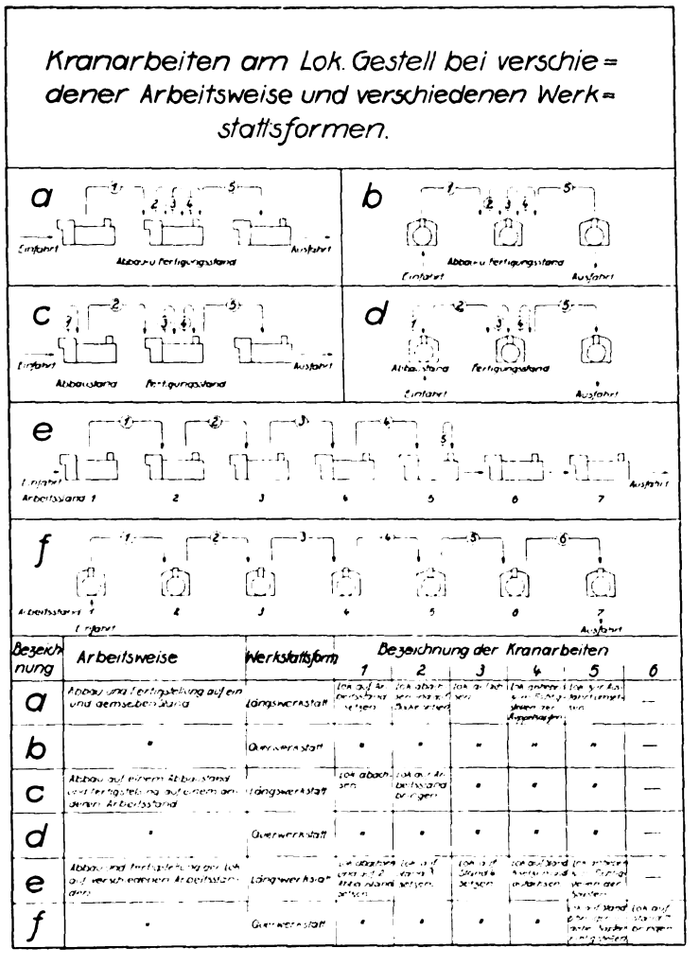


Abb. 1.

abzukürzen, nicht allein, um die Ausgaben für Arbeitslohn und Betriebskraft zu verringern, sondern vor allem auch, um mit der Krananlage eine gröfsere Arbeitsmenge zu leisten und dadurch die Ausbesserungsstände besser ausnutzen können.

Zunächst soll untersucht werden, welche Kranarbeiten mit dem Lokomotivkran an einer Lokomotive nebst Kessel erforderlich sind. Da für die Folge wohl nur noch Werkstätten mit Längs- und Querständen ohne Innenschiebebühne gebaut werden, so sollen nur diese beiden Grundformen bei der folgenden Betrachtung Berücksichtigung finden.

In der Behandlung der Lokomotiven bei der Instandsetzung unterscheidet man verschiedene Arbeitsweisen und zwar a) Abbau, Instandsetzung und Aufbau auf ein und denselben Lokomotivstand, b) Abbau auf einem Abbaustand und weitere Arbeiten auf einem anderen Stand und c) das Wandern des Fahrzeugs, indem die Lokomotive zur Erledigung der gesonderten Ausbesserungsarbeiten den Arbeitsplätzen der Sonderarbeitsgruppen zugestellt wird. Die Vorteile der letzteren Arbeitsweise dürften als bekannt vorausgesetzt werden*).

In Abb. 1 sind unter a die nötigen Kranarbeiten an einer Lokomotive mit grofser Ausbesserung ohne die erforderlichen Kesselhebarbeiten für eine Längswerkstätte und unter b die gleichen für eine Querwerkstätte bei Ausführung aller Arbeiten auf einem Stand bildlich dargestellt, wobei die fünfmalige Inanspruchnahme des Lokomotivkranes erforderlich ist. Wird der Abbau auf einem Sonderstand und die übrige Arbeit auf einem anderen Stand ausgeführt, so ergeben sich für beide Werkstattformen wiederum die gleichen Kranbeanspruchungen (Abb. 1 unter c und d). Bei der Sonderung des Abbaues ist also keine stärkere Belastung des Kranes wie bei der erstgenannten Arbeitsweise erforderlich.

Das Wandern der Lokomotive von Arbeitsstand zu Arbeitsstand ist, soweit es in den einzelnen Ausbesserungswerken schon Eingang gefunden hat, nicht überall gleich, sondern richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Grade der durchgeführten Arbeitssonderung. In Abb. 1 ist unter e das im Ausbesserungswerk Schwerte — einer Werkstätte mit Längsständen — eingeführte Wanderverfahren der Lokomotiven dargestellt. Die Lokomotiven werden auf sieben verschiedenen Ständen behandelt und, da sie von Stand 5 ab auf eigenen Achsen durch eine Winde weiter befördert werden, so ergibt sich trotz der öfteren Beförderung von einem Arbeitsstand zum andern auch nur eine fünfmalige Kranbeanspruchung.

Will man in einer Querwerkstätte die gleiche Sonderung, wie die zuletzt geschilderte durchführen, (Abb. 1 f) so mufs die Lokomotive auch von Stand 5 auf 6 und von Stand 6 auf 7 mit dem Kran versetzt werden, dagegen fällt die besondere Anhebung der Lokomotive zum Richtigstellen der Kuppelzapfen (Kranarbeit 5 unter e) hier fort, weil diese Arbeit beim Umsetzen auf Stand 6 oder 7 gleich mit erledigt werden kann. Es ergeben sich hier bei gleicher Arbeitsweise also sechs Kranarbeiten, vorausgesetzt, dafs auch das Ausfahrgleis als Arbeitsstand noch mit herangezogen wird.

Aufserdem müssen mit den Lokomotivkranen aber auch noch die Kesselhebarbeiten ausgeführt werden, die bei den unterschiedlichen Ausbesserungsarten verschieden sind. Bei einer Lokomotive mit Kesselwechsel sind z. B. folgende Arbeiten nötig: 1. Kessel aus dem Rahmen heben und zum Verbringen zur Kesselschmiede auf den Kesselwagen setzen. 2. Ersatzkessel vom Kesselwagen heben, in den Rahmen legen, Anpassen und Anzeichnen, Wiederausheben und absetzen. 3. Kessel in den Rahmen legen und auf dem Rahmen belassen. Die Arbeiten sind jedoch nicht bei allen Lokomotiven nötig; bei der allgemeinen Hauptausbesserung ohne Kesseluntersuchung kann der Kessel meist im Rahmen verbleiben, wenngleich auch hier Anheben des Kessels zur leichteren Ausbesserung an Stehbolzen und dergl. sowie Wiederablassen vereinzelt erforderlich ist, Dagegen sind aber oft auch Kesselhebarbeiten, verursacht durch schlechtes Passen des Ersatzkessels und dergl. notwendig, die nicht allgemein zahlenmäfsig bestimmt werden können. Die Beobachtungen im E. A. W. Schwerte haben gezeigt, dafs im Durchschnitt auf 100 Rahmenhebarbeiten 50 Kesselhebarbeiten entfallen, also bei jeder zu behandelten Lokomotive mit grofser Ausbesserung einschliefslich der notwendigen Kesselunter-

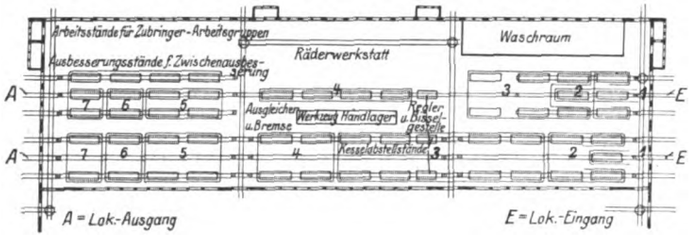
*) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotivausbesserungswerke" Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn Berlin 1926, Organ 1925, Heft 19 und 22, Stauffer und Mayrwieser Eisenbahnwerk 1926, Heft 17 u. a. m.

Digitized by Google

suchungen im Durchschnitt 5 + 2,5 = 7,5 Kranarbeiten auszuführen sind.

Wie bekannt, nimmt bei den Kranarbeiten das Herausrollen der Achsen, das Hinstellen und Ausrichten der Untersetzwinden, das Heranrollen der einzubauenden Achsen, sowie das Ausrichten der Achsen nach den Rahmenausschnitten bei der Bearbeitung der Lokomotive auf ein und demselben Stand erheblich mehr Zeit in Anspruch, als die eigentliche Heb- und Senkarbeit. Beim Wandern der Lokomotive läfst sich diese Zeit schon etwas verringern, indem die Untersetzböcke oder die Achsen für die heranzubringende Lokomotive doch schon so gestellt werden können, dafs sie beim Ablassen des Fahrzeugs nur noch ausgerichtet zu werden brauchen. Während nach den von Stratthaus*) angeführten Versuchen in der Zusammenstellung 4 im Durchschnitt für jede Kranbenutzung für Lokomotivgestelle rund 60 Minuten und für Kessel rund 50 Minuten erforderlich sind, wurden in Schwerte nach Einführung des Wanderns der Lokomotiven durchschnittlich etwa 45 Minuten für Lokomotivgestell- und 45 Minuten für Kesselhebarbeit benötigt. Aber auch diese seither gebrauchten Zeiten wurden bei der Lokomotivgestellhebarbeit noch zum grofsen Teil zum Ausrichten von Untersetzböcken, Achsen und sonstigen Vorbereitungsarbeiten verwendet, die durch richtige Vorbereitung und Regelung bedeutend verkürzt werden konnten.

Nachstehend soll ein vom Verfasser im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte eingeführtes Verfahren geschildert werden, das die wirtschaftliche Verwendung der Krane in weitestgehender Weise ermöglicht und die Lohnkosten bei den Kranarbeiten erheblich vermindert hat.



Arbeitsstände 1 Lokomotive von Achsen nehmen.
" 2 Abbau der Lokomotive und bei Bedarf Ausbau des Kessels, Reinigung des Rahmens.
" 3 Rahmen vermessen und wiederherstellen, Kohlenkasten instandsetzen, bei Bedarf Kessel zum Anzeichnen einlegen.
" 4 Ausgleicher anbringen, Rauchkammerarbeiten, bei Bedarf Kessel ausbauen und Kesselausrüstung anbringen.
" 5 Lokomotive aufachsen, Führerhaus Umlaufbleche Wasserkästen Bremse Ölleitungen anbringen, Rauchkammer fertig stellen.
" 6 Brems-, Gas- usw. Leitungen, Pumpen, Vorwärmer, Kolben, Schieber und Bremse fertig anbringen.
" 7 Stangen und Steuerung anbringen, Luftbremseinrichtung prüfen, Lokomotive regulieren.

Abb. 2.

Das Eisenbahnausbesserungswerk in Schwerte hat zwei Lokomotivkranfelder von denen z. Zt. das eine nur zur Ausführung der inneren und äufseren Untersuchungen sowie allgemeinen Ausbesserungen, das andere zum Teil ebenfalls zu vorstehenden Arbeiten sowie zur Ausführung der Zwischenausbesserungen und Aufnahme von Sonderarbeitsgruppen verwendet wird (Abb. 2).

Jedes Kranfeld ist mit einem elektrisch gekuppelten Doppelkran von 2 × 50000 kg Tragfähigkeit, der von einem Mann bedient wird und zwei Leichtkranen von je 5000 kg ausgerüstet. Obschon die Lokomotivkrane auch getrennt und jeder Einzelkran von 50000 kg Tragkraft für sich benutzt werden kann, so bleiben sie aus Zweckmäfsigkeitsgründen doch stets gekuppelt und werden nur gemeinsam verwendet. Zur Zeit werden vier verschiedene Lokomotivgattungen G 8², G 12, T 12 und T 16 bearbeitet. Um die aufzustellenden Untersetzwinden, sowie die einzubauenden Achsen schon vor der Heranbringung der Lokomotive richtig und ohne Nacharbeit aufstellen zu können, wurde bei jedem Lokomotivstand die Mitte des Standes durch eine auf dem Boden neben dem Gleise eingelassene Kennmarke festgelegt. Die Untersetzwinden werden nach einer zusammenlegbaren Mafslatte, die mit ihrer Mitte auf Mitte Stand neben das Gleis gelegt wird und die für die Aufstellpunkte der Untersätze mit Merkzeichen versehen ist, aufgestellt. Zur richtigen und für die Bearbeitung der Lokomotive günstigsten Aufstellhöhe werden die Untersetzwinden mittels einer Lehre (Abb. 3) eingestellt. Zur Einhaltung der genauen Abstände der Winden von Mitte Gleis entsprechend den Abständen der Lokomotivrahmen, die bei den verschiedenen Lokomotivgattungen nicht gleich sind, werden Lehren benutzt, deren Mitte durch einen Stift festgelegt ist, der in ein in die Mitte des Trägers gebohrtes Loch pafst. Die Winden werden mit ihrer durch Einkerbung gekennzeichneten Mitte genau nach der Lehre aufgestellt (Abb. 4). Die Mafslatte trägt die Merkzeichen für die Untersetzwinden aller vier zu bearbeitenden Lokomotivgattungen in verschiedener Farbe, so dafs sie für alle Lokomotiven verwendbar ist. Nach der Aufstellung der Winden in der erläuterten Weise ist es möglich, ohne jede Nachverschiebung und Nachstellung die Lokomotive abzusetzen. Um aber die Lokomotive auch sogleich auf der richtigen Stelle absetzen zu können, ist für jede Lokomotivgattung, deren Längen ja verschieden sind, in den gleichen Farben ein Merkzeichen an der Kranfahrbahn angebracht. Der Kranführer hat beim Umsetzen der Lokomotive mit dem am Kran angebrachten Merkpfeil genau auf das jeweils geltende Merkzeichen zu fahren und die Lokomotive abzulassen. Zur genauen Einstellung der Krankatzen für einen der nebeneinander liegenden Stände dienen besondere Katzenmerkvorrichtungen, die bereits bei Beschaffung der Krane vorgesehen worden sind. Es mufs jedoch darauf geachtet werden, dafs der Kranträger des Krans, an dem sich der Merkpfeil befindet, immer richtig an der Lokomotive angesetzt wird, weil diese sonst nicht genau auf der richtigen Stelle abgelassen würde (Abb. 5 und 6). In Abb. 7 ist das Absetzen einer T 12 Lokomotive auf die Untersetzwinden dargestellt.

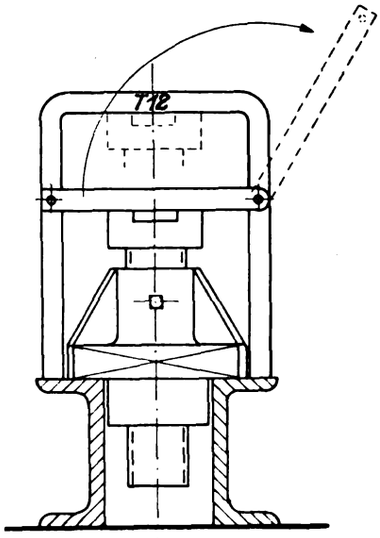


Abb. 3.

In ähnlicher Weise wird beim Aufachsen verfahren (Abb. 8). Die Achsen mit Achslagern werden ebenfalls nach einer Mafslatte, die die Merkzeichen in verschiedener Farbe trägt, aufgestellt. Da bei dieser Arbeitsweise die Radsätze, abgesehen von geringen Bewegungen der Achslagergehäuse zur Einführung in die Rahmenausschnitte, nicht mehr verfahren zu werden brauchen, werden sie beim Aufstellen mit dem Leichtkran so gefafst, dafs der gemeinsame Schwerpunkt der Gegengewichte in den beiden Rädern nach unten hängt, die Kuppelzapfen also

*) Organ 1925: Stratthaus. Die Wirtschaftlichkeit der Hebezeuge in Lokomotivrichthallen verschiedener Bauart, Seite 381.

Digitized by Google

alle in gleicher Richtung stehen. Durch diese Arbeitsweise wird erreicht, dafs die Kuppelstangen nach dem Aufachsen ohne nochmaliges Anheben der Lokomotive (Hubarbeit a 4 usw. Abb. 1) angehängt werden können. Durch das richtige Aufstellen der Achsen mit dem Schwerpunkt nach unten wird somit eine Kranarbeit erübrigt. Bei dieser Arbeitsweise sind also nur vier Kranarbeiten am Lokomotivgestell notwendig.

Damit beim Ansetzen der Kranträger an die zu hebende Lokomotive nicht erst die nötigen Unterlagklötze gesucht und herbeigeholt werden müssen, sind die Klötze in Blechfuttern gelagert, verschiebbar auf den Kranträgern angeordnet, so dafs sie stets zur Hand sind. Selbstverständlich dürfen die Lokomotiven zum Umsetzen oder Aufachsen erst dann mit dem Kran gehoben werden, wenn die Untersetzwinden bzw. Achsen richtig aufgestellt, also alle Vorbereitungen getroffen sind.

Die erläuterten Einrichtungen für die Erleichterung der Kranarbeiten lassen sich sinngemäfs auch in Lokomotivwerkstätten mit Querständen anwenden, nur mit dem Unterschiede, dafs die Merkzeichen für die verschiedenen zu bearbeitenden Lokomotiven an der Katzenfahrbahn angebracht werden müssen und an der Kranfahrbahn nur für jeden Lokomotivstand ein Merkzeichen notwendig ist.

Wie bereits erwähnt, bleibt der Doppelkran stets gekuppelt und wird auch zum Heben der Kessel in gleicher Weise von einem Mann bedient wie beim Heben der Lokomotivgestelle. Zur Ausführung der Hebarbeiten an Kesseln werden zwei kräftige Kesselhaken mittels einsteckbarer Bolzen an die Querträger gehängt*). Das Anhängen, sowie das Abnehmen der Haken dauert durchschnittlich zwölf Minuten und um auch diese Zeiten nach Möglichkeit nur einmal im Tage aufzuwenden, werden die Lokomotiv- und Kesselarbeiten, soweit es sich ermöglichen läfst, zusammengelegt. Wenn die Haken nicht im Gebrauch sind, werden sie auf einem niedrigen Wagen gelagert, mit dem sie bequem von einem Hallenschiff in das andere befördert werden können. Die Anwendung der Kesselhebeinrichtung geht aus Abb. 9 hervor. Diese Hebhaken haben

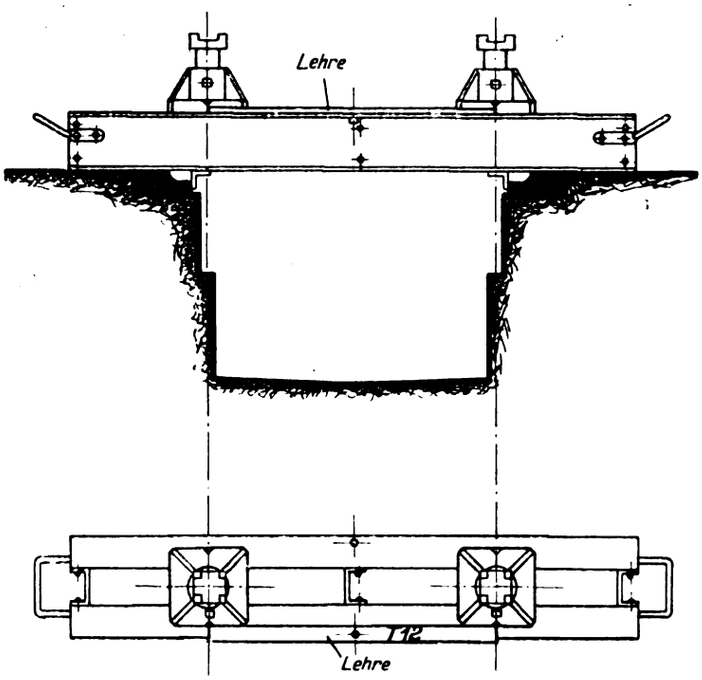


Abb. 4.

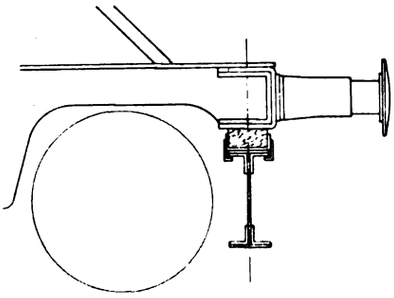


Abb. 5. Ansetzen des Kranträgers bei G 8² und G 12 Lokomotiven. Mitte Träger, unter Mitte Stofsbalken.

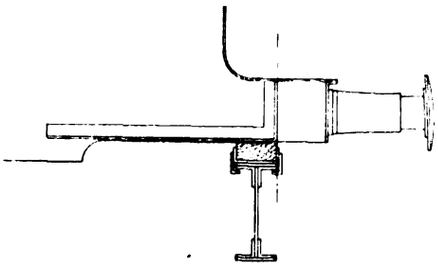


Abb. 6. Bei T 12 und T 16 Lokomotiven mufs Vorderkante-Träger mit Vorderkante-Rahmen abschneiden.

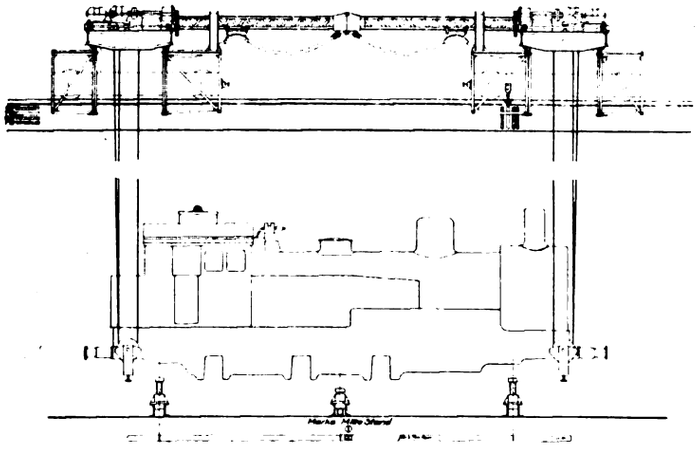


Abb. 7. Absetzen einer T 12 Lokomotive auf vorgerichtete Untersetzwinden.

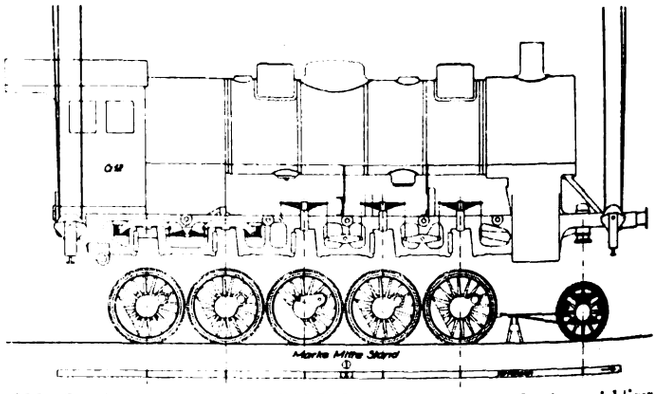


Abb. 8. Aufachsen einer G 12 Lokomotive nach vorheriger richtiger Aufstellung der Achsen.

*) Vergl. Organ 1925: Köpke. Das Lokomotivausbesserungswerk Schwerte. Seite 431 und Abb. 5.

Digitized by Google

gegenüber den noch vielfach in Anwendung befindlichen Schlingketten oder -Seilen den grofsen Vorteil, dafs der Kessel mit vollständiger Bekleidung und Ausrüstung einschliefslich Reglerhebelwerk aus- und eingebaut und dadurch die Gesamtausbesserungsdauer nicht unwesentlich verringert werden kann.

In der folgenden Zahlentafel sind die Zeiten, die gegenwärtig für die Lokomotiv- und Kesselarbeiten benötigt werden, als Mittelwerte aus einer Reihe von Aufschreibungen zusammengestellt. Die Zeiten sind gerechnet von der Heranholung des Kranes von seinem jeweiligen Stand bis zur Wiederinruhestellung und bei Kesselarbeiten auch einschliefslich der An- und Abhängung der Kesselhaken.

Lokomotivgattung	Lokomotive abachsen und von Stand 1 auf Stand 2 setzen	Lokomotive von Stand 2 auf Stand 3 setzen	Lokomotive von Stand 3 auf Stand 4 setzen	Lokomotive von Stand 4 auf Stand 5 bringen und aufachsen	Zusammen für alle Lokomotivgestell-Hebarbeiten	Für jede Kesselhebarbeit im Durchschnitt
T 12	23 Min.	19 Min.	20 Min.	41 Min.	103 Min.	35 Min.
T 16	22 „	20 „	20 „	36 „	98 „	41 „
G 8²	23 „	19 „	19 „	30 „	91 „	48 „
G 12	24 „	20 „	21 „	32 „	97 „	48 „
Durchschnittzeiten	23 Min.	19,5 Min.	20 Min.	34,75 Min.	97,25 Min.	43 Min.

Gesamtdurchschnittszeit für eine Lokomotivgestellhebarbeit **24,31** Min.

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich, konnten die Hebarbeitszeiten für Lokomotivgestelle durch die beschriebene Arbeitsweise von durchschnittlich 45 Min. auf rund 24,5 Min., also um fast die Hälfte herabgedrückt werden, wobei noch zu berücksichtigen ist, dafs auch noch wie schon erwähnt eine Hebarbeit (Abb. 1 e, Arbeit 5) wegfällt.

Bei einem Lokomotivausgang an grofsen Ausbesserungen einschliefslich Untersuchungen von etwa 1,5 Stück täglich sind beide Krane $1{,}5 \cdot (4 \cdot 24{,}5 + 2 \cdot 43) = 276$ Min. in Benutzung, während aufserdem noch im Durchschnitt täglich 65 Min. auf die Arbeiten für Zwischenausbesserungen gerechnet werden können, insgesamt also beide Krane täglich 341 Min. oder rund $5^3/_4$ Std. in Anspruch genommen sind.

Während früher vielfach trotz ständiger Besetzung auf die Krane gewartet werden mufste und der Fortgang der Arbeit dadurch behindert wurde, werden jetzt beide Krane, die von einem zum andern Führerkorb leicht erreichbar sind von nur einem Mann bedient, der in den Zwischenpausen auch noch die Schmierung und Reinigung ausführt. Dadurch, dafs alle Kranarbeiten durch bestimmte Aufsichtsbeamte geleitet und gleiche Hebarbeiten durch die Sondergruppen (Abachsen durch Abbaugruppe, Aufachsen durch Aufbaugruppe usw.) ausgeführt werden, wird eine ordnungsmäfsige Arbeitsfolge ohne

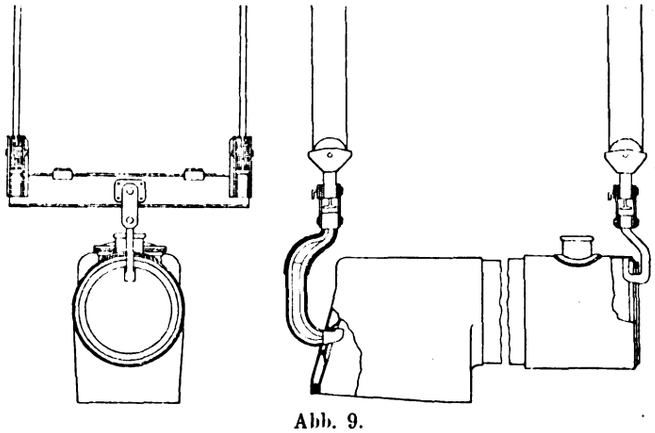


Abb. 9.

gegenseitige Störung und unnötiges Warten auf den Kran sichergestellt.

Aufser der Ersparung eines Kranführers konnten auch noch die Stückzeiten bei den verschiedenen Lokomotivhebarbeiten ermäfsigt werden und zwar bei der gegenwärtigen Ausbesserungsmenge im Jahresdurchschnitt um 1954 Stückzeitstunden. Ferner liefsen sich auch die Förderarbeiten mit den Kleinkranen verbilligen, weil diese von den Grofskranen weniger als früher behindert werden.

Vor allem können die Lokomotivkrane bei später eintretender stärkerer Inanspruchnahme der Werkstätte eine Arbeitsleistung bewältigen, die jeder sonst möglichen Leistungssteigerung der Werkanlagen gewachsen ist.

Die Normung von Kolbenringen bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Normung der Kolbenringe, verbunden mit der Festsetzung von Abnutzungsstufen und Passungsgraden erleichtert neben anderen Vorteilen vor allem die Beschaffung der Ringe von leistungsfähigen Werken in gröfseren Mengen, was meist wirtschaftlicher ist als die zersplitterte Einzelherstellung.

Der Durchmesserunterschied zwischen Kolben und Zylinder beträgt gegenwärtig im neuen Zustand 5 mm. Infolge des fortgesetzten Verschleifses nimmt dieser Betrag zu. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs die Differenz zwischen Zylinder- und Kolbendurchmesser 11 mm nicht überschreiten soll; die Kolbenringe werden sonst so stark, dafs sie nur mehr schwer über den Kolbenkörper gestreift werden können. Aufserdem beginnen sich die Ringe zu ecken, sobald der Überstand über den Kolbenkörper zu grofs wird. Ist der Zylinder also um 6 mm nachgedreht, so mufs ein Schrumpfring auf den Kolben aufgezogen werden.

Die Frage der Kolbenringstärke s ist von Reinhardt in der Zeitschrift des V. D. I. 1901, Seite 232 behandelt worden. Bei den Lokomotivgattungen der ehemaligen preufsisch-hessischen Staatsbahn ist eine Abstufung nach dem Durchmesser nicht vorgenommen, sondern die Stärke s beträgt fast durchweg 13 mm; dabei ist bei kleinen Lokomotiven der für das Überstreifen höchstzulässige Wert $\frac{D}{30}$ beinahe erreicht, während z. B. bei G 10 Lokomotiven mit der Kolbenringstärke noch weit hinaufgegangen werden könnte. Es wird sich empfehlen die Ringstärke von 13 mm in all den Fällen zu belassen, wo eine Verstärkung der Ringe entsprechend der Abnutzung des Zylinders möglich ist. Bei den anderen Lokomotiven kann nur durch den Einbau eines neuen Kolbenkörpers oder durch Aufziehen neuer Schrumpfringe die richtige Stärke s erreicht werden.

Die Kolbenringbreite kann erfahrungsgemäfs unbedenklich soweit verstärkt werden, dafs die zwischen zwei Kolbenringen verbleibende Stegstärke noch 7 mm beträgt. Der Normung ist eine Breitenabstufung von $^1/_2$ zu $^1/_2$ mm zugrunde gelegt. Als Passung ist s w l in s B gewählt.

Mit der Normung der Ringe mufs gleichzeitig die des Kolbenkörpers verbunden werden. Im Gegensatz zur früheren Ausführung der preufsisch-hessischen Staatsbahn wurde bei Durchführung der Normung die Ringstärke s gröfser gewählt als die Nutentiefe; dadurch wird beim Durchsacken des Kolbens ein Auflaufen, also auch eine Abnützung des Kolbenkörpers vermieden. Bei Nafsdampflokomotiven wurde ferner die Zahl der Kolbenringe von zwei auf drei erhöht. Es werden deshalb die Stöfse der Ringe in allen Fällen zweckmäfsig um 120° zu versetzen sein, was gleichmäfsigen Verschleifs des Zylinders und Einschränkung der Dampfverluste zur Folge hat.

Der Ringstofs ist bei den Lokomotiven der Reichsbahn noch in doppelter Ausführung vorhanden: Der überlappte Stofs bei Nafsdampf- und der Schrägstofs bei Heifsdampflokomotiven. Für die Normung ist nur eine Bauform vorgesehen, jedoch ist die Frage der gröfsten Wirtschaftlichkeit noch nicht entschieden, da der überlappte Stofs den Vorteil eines geringeren Dampfverlustes, der schräge Stofs den der einfacheren Herstellung für sich hat. Bei ersterem sind ferner die häufigen Lappenbrüche nachteilig. G. H.

(Glasers Annalen 1926, 2. H., Heft 11.)

Digitized by Google

Die neue Werkstätte für Elektroschweifsung beim Eisenbahnausbesserungswerk Ingolstadt.

Von Reichsbahnrat **Grimm.**

Hierzu Tafel 38.

1. Allgemeines.

Bald nach Beendigung des Krieges wurde in der Hauptwerkstätte Ingolstadt das Schweifsen von Eisen mit dem elektrischen Lichtbogen aufgenommen. Zu diesem Zwecke wurden brauchbare von Bahnkraftwerken angefallene Gleichstromnebenschlufsmaschinen den Anforderungen des Schweifsbetriebes entsprechend umgebaut. Nachdem sich die vielseitige Verwendbarkeit des neuen Verfahrens gezeigt hatte und mit den zu diesem Zwecke umgebauten bzw. neu beschafften Maschinen die anfallenden Arbeiten nicht mehr bewältigt werden konnten, war es bald klar, dafs eine neuzeitliche, wirtschaftlich arbeitende Anlage für elektrisches Lichtbogenschweifsen geschaffen werden müsse. Die Bedingung, mit den einfachsten Mitteln und unter allen Umständen z. B. bei Überkopf- und Senkrechtschweifsungen für einwandfreie Arbeit einstehen zu können, führte bei der Untersuchung nach der zweckmäfsigsten Stromart zur Verwendung des Gleichstromes in der neuen Anlage, und die Forderung, die einzelnen Maschinen der Handhabung der Schweifser zu entziehen, ergab die räumliche Trennung von Maschinen und Schweifsraum.

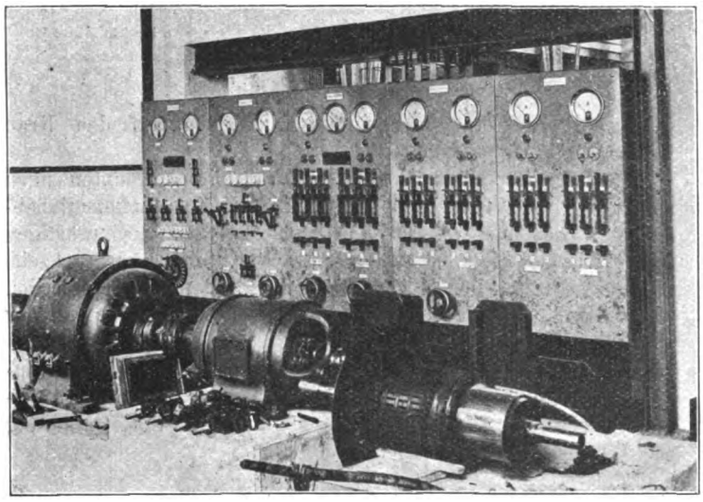


Abb. 1. Schweifsmaschinensätze und Schalttafel im E. A. W. Ingolstadt.

Mit dem Bau der Werkstätte für elektrisches Schweifsen wurde auch der Bau der Werkstätte für Gasschmelzschweifsen und der Kupferschmiede verbunden, welche in einer grofsen Halle vereinigt sind.

Im folgenden soll jedoch nur die Werkstätte für elektrisches Schweifsen näher beschrieben werden.

2. Beschreibung der Anlage.

Die neue Anlage gliedert sich räumlich in einen Maschinen- und einen Schweifsraum. Die Anordnung ist aus dem Grund- und Aufrifs (Abb. 1 und 2, Taf. 38) zu ersehen. Der Maschinenraum enthält sechs Schweifsumformer und zwei Erregerumformer, deren Antrieb durch Drehstrom von 300 Volt Spannung erfolgt. In die Wand zwischen Maschinenraum und Werkstätte, ist die Schaltanlage eingebaut, die nach dem Schweifsraum zu mittels Vollblechtüren staubdicht abgeschlossen ist (Textabb. 1).

Von der Schaltanlage aus gehen festverlegte Leitungen zu den einzelnen Arbeitsplätzen, von denen die Plätze 1, 2, 3 und 4 an der westlichen Wand, die Plätze 7 und 8 an der nördlichen Wand rechts neben der Schalttafel untergebracht sind. In der Mitte sind sechs Glühgruben eingebaut, welche von den Arbeitsplätzen 5 und 6 bedient werden können. Aufserdem befinden sich noch aufserhalb der Werkstätte zwei Schweifsplätze zur Vornahme von Schweifsungen im Freien und zwar der Arbeitsplatz 9 an der nördlichen Aufsenwand, der überdacht ist, und der Arbeitsplatz 10 an der westlichen Aufsenwand des Maschinenraumes. Auf den zuletzt genannten Schweifsplätzen können Kaltschweifsungen an Lokomotiven vorgenommen werden, die auf dem Gleis an die Arbeitsstellen herangebracht werden können.

Auf der Ostsseite der elektrischen Schweifserei schliefsen sich die Räume für Werk- und Betriebsstoffe an. Über ihnen befinden sich der Waschraum für die Arbeiter, sowie die Büroräume und die Untersuchungsanstalt für Prüfungen von Schweifsarbeiten.

Zwischen den Glühgruben und den ebengenannten Räumen sind eine Naxos-Trockenschleifmaschine und eine Radialbohrmaschine von Collet & Engelhardt, sowie eine kleine Stumpfschweifsmaschine von Kustermann aufgestellt. Die Schleifmaschine dient zur Bearbeitung der kleineren Werkstücke und für die Formengebung der beim Warmschweifsen zum Einformen erforderlichen Plattenkohlen. Beide Maschinen haben Eigenantrieb. Die kleine Stumpfschweifsmaschine wird hauptsächlich zum Schweifsen der Kupferdichtungsringe und der beim Schweifsen angefallenen Schweifsstabreste benützt. Aufserdem ist für solche Werkstücke, deren Schweifsstelle mit der grofsen Schleifmaschine nicht bearbeitet werden kann, eine kleine ortsbewegliche Schleifmaschine mit biegsamer Welle von Schmid & Wetzel, Stuttgart, vorhanden.

Zur Aufbereitung des beim Warmschweifsen zum Einformen notwendigen Sandes dient ein Schüttelsieb mit elektrischem Antrieb. Jede der sechs Glühgruben besitzt einen Anschlufs an die Windleitung der Schmiede; aufserdem ist noch eine ortsbewegliche Rauchabzughaube vorhanden, die bei Bedarf über die einzelne Schweifsgrube gestellt und an die Rauchabzugleitung der Schmiede angeschlossen werden kann.

Der gesamte Raum der Elektroschweifserei kann mit einem 14 m langen elektrisch betriebenen Laufkran von 5 t Tragfähigkeit der Firma Noell & Co., Würzburg, bestrichen werden. Dadurch kann man die auf normalspurigen Förderwagen ankommenden grofsen Werkstücke von dem nördlich der Glühgruben gelegenen Fördergleis an den Arbeitsplatz bringen.

Nachdem im vorstehenden die allgemeine Anordnung beschrieben wurde, soll nun im folgenden auf die Einzelheiten näher eingegangen werden.

A. Maschinen.

Bei der Beschaffung des maschinellen Teiles der Anlage wurde darnach getrachtet, möglichst viele Firmen heranzuziehen, um die Bewährung der einzelnen Ausführungen zu erproben. Die Anordnung der einzelnen Maschinen und Arbeitsplätze ist aus Abb. 1, Taf. 38 ersichtlich. Während zwei AEG-Maschinen (je 460 Amp.) in nächster Nähe der Schalttafel angeordnet sind, um möglichst kurze Kabel für die grofsen Stromstärken zu verwenden, sind die anderen Maschinen längs der Wände aufgestellt, und zwar ein Siemensumformer (200 Amp.) und ein Bergmannumformer (250 Amp.) längs der westlichen Wand, ein Kjellbergumformer (230 Amp.) und ein Koch-Stratmannumformer (200 Amp.) längs der nördlichen Wand.

Während bei dem Koch und Stratmann-Generator die Erregermaschine wegen der aufsergewöhnlichen Erregerspannung von 90 Volt auf der gleichen Welle belassen wurde, wurden bei den übrigen Umformern die Einzelerregermaschinen weg-

Digitized by Google

gelassen, was wegen der Verkürzung der Baulängen sich als günstig erwies. Die Erregung erfolgt hier von einer gemeinsamen Erregersammelschiene, die von einer Erregermaschine mit Gleichstrom von 110 Volt Spannung gespeifst wird. Durch diese zentrale Erregung wird erreicht, dafs statt der Leerlaufverluste der sonst an den einzelnen Schweifsumformern unmittelbar angebrachten Erregermaschinen nur der Leerlaufverlust eines einzigen Maschinensatzes anfällt.

Da beabsichtigt ist, eine Akkumulatorenbatterie neben dem Maschinenraum unterzubringen, so ist einer der beiden Umformer für die Ladung der Batterie vorgesehen. Damit nun sowohl der eine als auch der andere Umformer für die Lieferung einer konstanten Erregerspannung, wahlweise aber auch zur Ladung der Batterie verwendet werden kann, sind diese Gleichstromgeneratoren mit einer abschaltbaren Verbundwicklung versehen. Mit Hilfe eines einpoligen Umschalters werden die beiden Gleichstromgeneratoren so geschaltet, dafs, wenn der eine der beiden an der Erregersammelschiene liegt, der andere auf die Ladesammelschiene arbeiten kann. Die beiden Erregerumformersätze sind von den Bayerischen Bergmannwerken geliefert und an der östlichen Wand des Maschinenraumes untergebracht.

Die beiden Schweifsgeneratoren der AEG haben aufser der genannten Fremderregung noch eine Eigenerregung und können bei Parallelschaltung durch eine Ausgleichleitung verbunden werden.

Als Antriebsmotoren wurden für sämtliche Umformer Asynchronmotoren gewählt, die über dreipolige Sicherheitsschalter mit Spannungsrückgangauslösung an die Drehstromsammelschiene der Schalttafel angeschlossen sind.

Das Ein- und Ausschalten geschieht mittels Druckknöpfen von der Vorderseite der Schalttafel aus. Die Sicherheitsschützen sind mit den bei den Motoren stehenden Anlassern in der Weise elektrisch verriegelt, dafs ein Einschalten bei falscher Stellung des Anlassers bzw. bei kurzgeschlossenem Anlasser unmöglich ist. Während des Einschaltens wird gleichzeitig eine Signallampe zum Aufleuchten gebracht.

B. Schaltanlage.

Wie schon erwähnt, wurden die Maschinen in einem eigenen, von der Werkstätte getrennten Raum untergebracht. Die Schaltanlage war nun so auszubilden, dafs sie gestattet, einerseits die einzelnen Maschinen auf die verschiedenen Arbeitsplätze zu schalten, andrerseits aber den jeweils erforderlichen Schweifsstrom, der durch den verwendeten Schweifsstab bestimmt ist, vom Arbeitsplatz aus zu regeln. Die ganze Gliederung der Verteilung und Zuleitung von Schweifsstrom und Erregerstrom zu den einzelnen Schweifsplätzen erfolgt nach der natürlich gegebenen Einteilung dem Verwendungszweck gemäfs von Maschinen und Schweifsplätzen, aufgeteilt nach solchen für Warm- und Kaltschweifsung. Von den Generatoren sind vier für Warmschweifsungen, zwei für Kaltschweifsungen geeignet. Die Generatoren der A E G für Warmschweifsungen können selbstverständlich bei Einschaltung von Widerständen auch für Kaltschweifsungen verwendet werden, wobei natürlich der Wirkungsgrad sich verschlechtert.

Die Schalttafel hat insgesamt fünf Felder. Drei davon sind mit den Betätigungsapparaten für die Schweifsformer besetzt, die zu je zweien in einem Feld vereinigt sind. Ein Feld dient für die beiden Erregerumformer, ein Feld für die aufzustellende Akkumulatorenbatterie. Aus Zweckmäfsigkeitsgründen sind bereits sämtliche für die Ladung und Entladung der Batterie erforderlichen Apparate mit aufgebaut. Ferner sind für die Schweifsumformer, soweit sie eigene Erregermaschinen besitzen, die jetzt, wie schon erwähnt, abgenommen sind, aber bei Bedarf angebaut werden können, auf der Schalttafel Regler vorgesehen, die nur angeschlossen zu werden brauchen.

Hinter der Schalttafel liegt der Drehstromsammelschienensatz, ferner für jeden Schweifsplatz eine Schiene. Die positiven Pole sämtlicher Maschinen liegen an einer gemeinsamen Sammelschiene. Die Verteilung der einzelnen Maschinen auf der Schalttafel und die Schaltmöglichkeiten auf die Arbeitsplätze sind aus folgender Zusammenstellung zu ersehen.

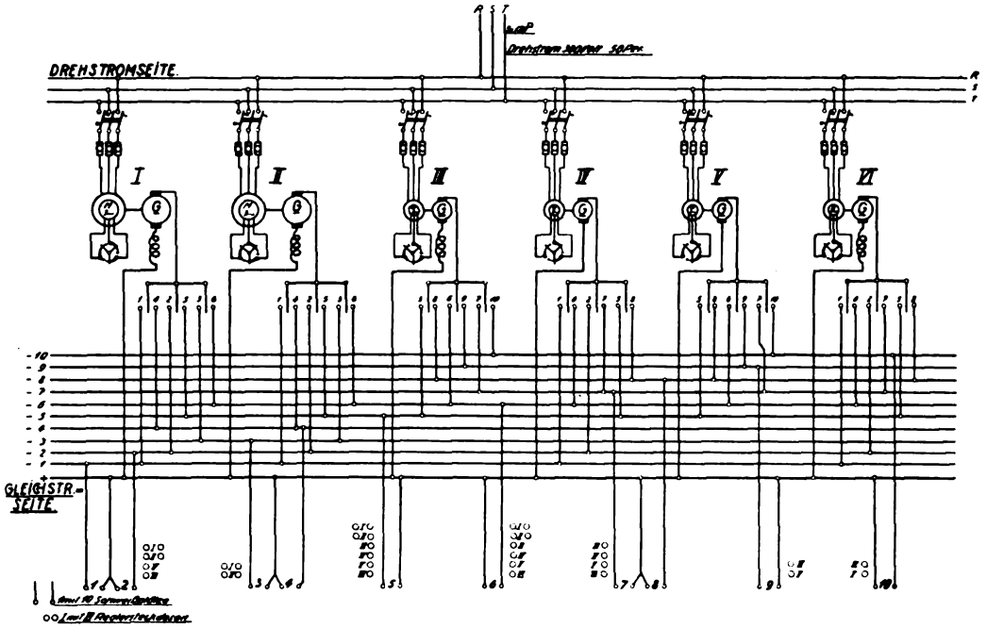


Abb. 2. Schweifsleitungsschema.

Zusammenstellung.

Feld	Schweifsumformer		Arbeitsplätze
3	I AEG	(460 Amp.)	1, 2, 3, 4, 5, 6
	II AEG	(460 Amp.)	1, 2, 3, 4, 5, 6
4	III Koch und Stratmann	(200 Amp.)	5, 6. 7, 8, 9, 10
	IV Kjellberg	(230 Amp.)	1, 2, 5, 6, 7, 8
5	V Bay. Bergmann-Werke	(250 Amp.)	5, 6, 7, 8, 9, 10
	VI SSW Nebenschlufs-generator	(200 Amp.)	1, 2, 5, 6, 7, 8

Von den drei einpoligen Hebelschaltern eines Schweifsumformers darf immer nur je einer in die Kontaktklemme eines der sechs Arbeitsplätze gelegt werden. Während die einzelne Maschine nur auf einen Arbeitsplatz geschaltet werden darf, können die Maschinen I, II, IV und VI auf die Arbeitsplätze 1 und 2 und sämtliche Schweifsumformer auf die Arbeitsplätze 5 und 6 parallel geschaltet werden.

Textabb. 2 (Schweifsleitungsschema) zeigt die Schaltung der Maschinen auf die einzelnen Arbeitsplätze.

Digitized by Google

Während die Schaltung der einzelnen Maschinen auf die Arbeitsplätze, nur im Maschinenraum vorgenommen werden kann, erschien es aus betriebstechnischen Gründen zweckmäfsiger, die Erregung vom Arbeitsplatz aus einzustellen. Es wurden deshalb bei den Arbeitsplätzen Steckkontakte angebracht. Zu diesen sind Erregerleitungen von der Erregersammelschiene zu den Feldmagneten der einzelnen Schweifsgeneratoren und von da über ein Klemmbrett, das hinter der Schalttafel im Feld 2 angeordnet ist, geführt. Die Verteilung der einzelnen Erregerleitungen erfolgt in der gleichen Weise, wie sie die angeführte Zusammenstellung der Schweifsumformer ergibt.

Textabb. 3 (Erregerleitungsschema) zeigt in übersichtlicher Weise die Anordnung. Hieraus ist zu ersehen, dafs für alle Maschinen, die an die Zentralerregung angeschlossen sind, die positive Schiene für alle gemeinsam ist, während die negative als Hilfsschiene für jede einzelne Maschine ausgebildet ist. Während bei den AEG-Maschinen für die Eigenerregung die Erregerleitungen unmittelbar von der Maschine zu den Arbeitsplätzen geführt sind, wurde bei der Koch- und Stratmann-Maschine, da sie nur zu Kaltschweifsungen verwendet wird und die Eigenerregung nach den bisherigen Erfahrungen nach

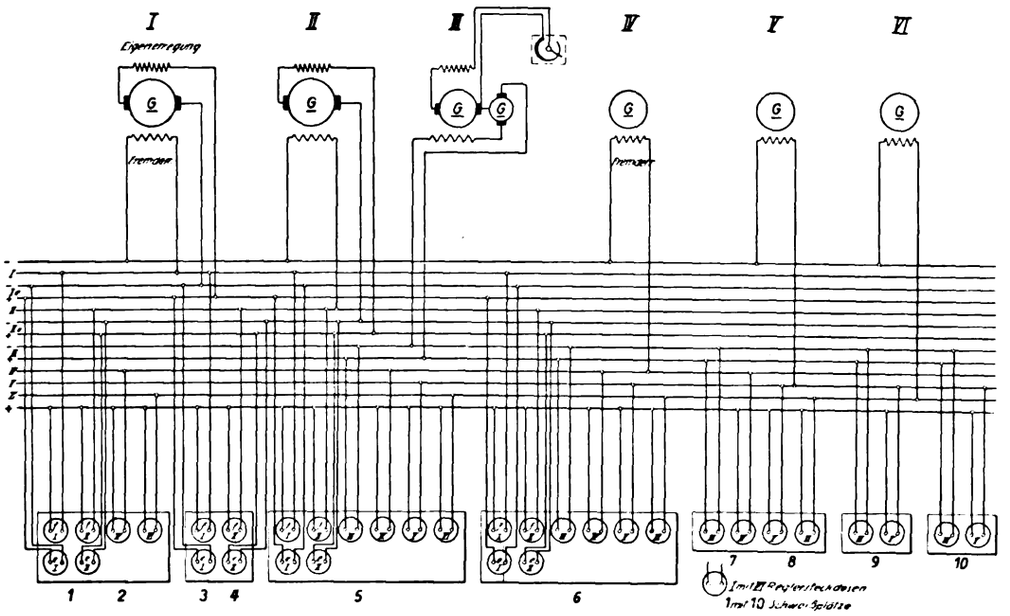


Abb. 3. Erregerleitungsschema.

dem erstmaligen Einstellen nicht verändert zu werden braucht, im Maschinenraum angeordnet. Für die AEG-Maschine sind je zwei ortsveränderliche Regler für Fremd- und Eigenerregung vorhanden, dagegen ist für die übrigen Schweifsgeneratoren je ein ortsveränderlicher Regler notwendig. Diese Regler werden an den Schweifsplätzen mittels Stecker an die Reglerleitungen angeschlossen, so dafs der Stromkreis geschlossen werden kann. Die Steckkontakte und Stecker der einzelnen Regler sind durch entsprechende Nutenscheiben so ausgebildet, dafs die zu einer bestimmten Maschine gehörigen Stecker nur in die Steckkontakte für die betreffende Maschine passen. Dadurch wird verhindert, dafs ein nicht zur Maschine gehöriger Regler mittels Steckers eingeschaltet und, da nur ein Regler für jede Maschine vorhanden ist, eine Maschine nicht von mehreren Arbeitsplätzen gleichzeitig erregt werden kann.

C. Leitungen.

Von der Schalttafel gehen nun die einzelnen Leitungen zu den in der Werkstätte und im Freien angeordneten Schweifsplätzen. Es ist für jeden Schweifsplatz eine besondere Schiene für den negativen Pol und für alle Schweifsplätze eine gemeinsame Schiene für den positiven Pol ausgeführt, an welche sämtliche Schweifsgeneratoren angeschlossen sind. (Schweifsleitungsschema.) Diese Schienen gehen als blanke Kupferleitungen von der Schalttafel an der nördlichen und westlichen Wand der Werkstätte zu den einzelnen Arbeitsplätzen. Sie bestehen aus Flachkupferbändern und sind soweit als möglich geschweifst. Nur an den Ecken und an wenigen Stellen sind sie mit verzinkten Schrauben und Verbindungslaschen verbunden und verlötet. Die Leitungen sind auf Rillenisolatoren in einer solchen Höhe verlegt, dafs eine Berührung nicht möglich ist. Wo die Leitungen an der Wand zu den Arbeitsplätzen heruntergeführt sind, sind sie zur Vermeidung von mechanischen Beschädigungen mit einem Eisenblechkasten ummantelt. Zu den Warmschweifsplätzen 5 und 6 sind die blanken Kupferleitungen und die Erregerleitungen, abzweigend von den an der westlichen Wand zu den Arbeitsplätzen 1, 2 und 3, 4 in ausbetonierten, mit Eisenblech abgedeckten Kanälen geführt.

Am Ende jeder Schiene ist eine Anschlufsklemmschraube mit Flügelmutter angebracht, mit welcher das Schweifskabel angeschlossen wird. Die für alle Maschinen gemeinsame positive Leitung ist durch rote Farbe, die negativen Leitungen sind durch blaue Farbe gekennzeichnet, so dafs eine Verwechslung ausgeschlossen ist. Allgemein ist festgelegt, dafs das Werkstück an die positive Schiene, der Schweifsstab an die negative Schiene gelegt wird. Besonders ausgebildete Schweifstische, welche gegen Erde bzw. ihre nächste Umgebung isoliert sind, gestatten auch in besonderen Fällen, die Klemmen zu vertauschen, ohne dafs die Arbeiten an den anderen Arbeitsplätzen, wenn mehrere Schweifser gleichzeitig beschäftigt sind, infolge Ableitung ungünstig beeinflufst werden. Die Leitungen zu den Arbeitsplätzen 1 mit 6 sind für einen Höchststrom von 1500 A, zu den Arbeitsplätzen 7 mit 10 für einen solchen von 300 A bemessen. Bei der Ausführung der Anlage wurde auf eine gute Abkühlung der Zuleitung Rücksicht genommen. Neben und innerhalb der sogenannten Schweifsleitungen sind die Erregerleitungen als NGA-Leitungen in Bergmannrohren von der Schaltafel zu den bei den Arbeitsplätzen angeordneten Steckdosen geführt. Die Anordnung der Steckdosen ist aus dem Schweifsleitungsschema, die Führung der Leitungen aus dem Erregerleitungsschema und der Textabb. 4 zu ersehen.

Zum Schutz gegen Staub und Schmutz sind bei den Schweifsleitungen die Kontaktvorrichtungen durch aufklappbare Blechdeckel und bei den Erregerleitungen die Steckdosen durch Holzstöpsel gesichert.

Die Ausführung der gesamten Anlage einschliefslich der Schalttafel und die Verlegung der Kabel und Leitungen erfolgte durch die Bayerischen Bergmannwerke.

D. Glühgruben.

Aufser der erwähnten elektrischen und maschinellen Ausrüstung der Anlage ist auch die Ausführung der Glühgruben für die Warmschweifsungen bemerkenswert. Wie aus dem Lageplan zu ersehen ist, wurde ein grofser Teil des für die Elektroschweifserei zur Verfügung stehenden Platzes für sie verwendet. Bei der Festlegung der Abmessungen wurden die

Digitized by Google

gröfsten vorkommenden Werkstücke (Lokomotivzylinder) zugrunde gelegt. Mit Rücksicht darauf, dafs bei der zu erwartenden Entwicklung damit gerechnet werden mufs, täglich eine Warmschweifsung auszuführen, wurde die Zahl der Glühgruben auf sechs festgelegt, da nach beendigter Schweifsung eine Zeit von fünf bis sechs Tagen zur Abkühlung des Werkstückes erforderlich ist. Da bereits 1,2 m unter Schienenoberkante der Werkstätte Grundwasser auftritt und die Tiefe der Sohlen der mit Chamottesteinen ausgemauerten Glühgruben aus dem oben angegebenen Grunde zu 2,5 m, 2 m und 1,5 m gewählt wurde, mufsten die Fundamente und das Mauerwerk gegen Eindringen von Wasser gesichert werden.

Zu diesem Zweck wurden drei grofse Blechbehälter mittels elektrischen Schweifsens angefertigt, in welche je zwei solcher Glühgruben eingebaut wurden. Die Anordnung ist aus der Abb. 3, Taf. 38 zu ersehen.

Abb. 4 zeigt den Bau der Gruben. Um eine gleichmäfsige Erwärmung durch das um das Werkstück anzulegende Holzkohlenfeuer zu erzielen, sind sämtliche Gruben an die in der Schmiede bereits vorhandene Windleitung angeschlossen, die von einem grofsen Ventilator gespeist wird Um die Glühgruben und zwischen denselben ist ein begehbarer Kanal angeordnet, von welchem aus der Schweifser zur leichteren Handhabung des Schweifsstabes an die unter Umständen sehr tief gelegene Schweifsstelle leichter herankommen kann, als wenn er von der abgedeckten Glühgrube aus mit dem Schweifsstab bis zur Schweifsstelle heruntergehen müfste. Die Abdeckung der Glühgrube ist in der Weise ausgebildet, dafs nur die Schweifsstelle des Werkstückes offen gehalten zu werden braucht, während die Grube im übrigen beim Schweifsen vollkommen abgedeckt werden kann. Aufserdem kann der abgedeckte Platz der Glühgruben ohne weiteres zum Aufstellen der einzelnen, selbst der schwersten Werkstücke zum Einformen der Schweifsstelle verwendet werden. Dabei ist noch der Vorteil erreicht, dafs keine besonderen Förderwege von der Einformerei zur Grube erforderlich sind, da das Werkstück mittels des 5 t-Kranen in die Glühgrube gebracht werden kann.

E. Rauchabzugvorrichtung.

Die bei dem elektrischen Lichtbogenschweifsen auftretenden Dämpfe werden bei den Warmschweifsungen durch die ortsbewegliche Rauchabzughaube entfernt, welche an die Rauchabzugleitung der Schmiede angeschlossen werden kann (Abb. 2 der Taf. 38).

Für die übrigen Schweifsplätze an der westlichen Wand wurden vier einzelne schwenkbare Rauchabzughauben und vor der nördlichen Wand an einem Standrohr zwei bewegliche Rauchabzughauben zu dem gleichen Zweck angebracht.

Diese vier Hauben sind ebenfalls an die schon erwähnte Rauchabzugleitung der allgemeinen Schmiede angeschlossen.

3. Schlufs.

Bei der Abnahme der Anlage wurden die verschiedenen Schaltmöglichkeiten der einzelnen Maschinen auf die Arbeitsplätze erprobt. Die Versuche mit Parallelschaltung der Maschinen I, II, IV und V auf einen Arbeitsplatz konnten ohne Auftreten irgendwelcher Mängel der Schaltanlage und Leitungen durchgeführt werden Lediglich mit Rücksicht auf die zum Schweifsstab und dem Werkstück führenden Schweifskabel wurde nach einer halben Stunde der Höchstbelastungsversuch abgeschlossen. Die hierbei verwendete Stromstärke betrug 1600 A.

Während früher ein durchschnittlicher, drehstromseitig gemessener Stromverbrauch von 4 bis 4,5 kWh für 1 kg niedergeschmolzenes Eisen die Regel war, ist dieser nun nach Inbetriebnahme der neuen elektrischen Schweifserei auf 2,8 bis 3,3 kWh gesunken. Dieser Gewinn ist einerseits auf die neu beschafften, zu Schweifszwecken gebauten Umformer zu buchen, andererseits aber der reichlichen Bemessung der zu den einzelnen Arbeitsplätzen geführten Leitungen zuzuschreiben.

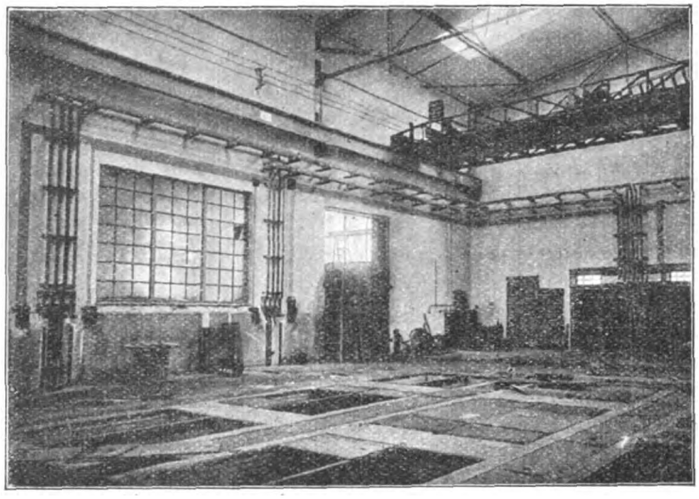


Abb. 4. Ansicht der Schweifsleitungen von der Schalttafel zu den Schweifsplätzen.

Ein Mafs für die Leistungsfähigkeit der neuen Anlage gibt die Steigerung des Schweifsstäbeverbrauches in der kurzen Zeit seit der Inbetriebnahme. Während im Jahre 1924 der Gesamtverbrauch an umhüllten Elektroden, Holzkohlendraht und Gufseisenstäben rund 7000 kg betrug, stieg der Verbrauch im Jahre 1925 auf rund 9700 kg, das ist eine Steigerung von rund 37 %, wobei erst in der zweiten Hälfte des Jahres 1925 die neue elektrische Schweifsereianlage in Betrieb genommen wurde. Der Vergleich der einzelnen Schweifsarten auf Grund des Verbrauches an Schweifsstäben ergab für Kaltschweifsungen mit Holzkohlendraht eine Steigerung von 42 %, für solche mit umhüllten Stäben eine Verminderung von 5 % und für Warmschweifsungen mit Gufseisenstäben eine Steigerung von 72 %.

Amerikanische Werkstätte für Wagen-Ausbesserungen.

Um eine wirtschaftlichere Schnellausbesserung von Güterwagen zu erreichen, wurde auf dem Güterbahnhof Buffalo-Ost ein neuzeitlicher Werkstättenbau errichtet. Bisher wurden die leichteren Instandsetzungsarbeiten im Freien ausgeführt; es zeigte sich, dafs diese Arbeiten zu teuer kommen, wenn die Arbeiter, besonders im Winter, der Witterung ausgesetzt sind. Die neue Anlage ist 207 m lang und 32 m breit und enthält sechs Längsstände; sie besteht aus einer Eisenkonstruktion mit Wellblechverkleidung und Sägedach. Letzteres bringt zusammen mit den Seitenfenstern die notwendige gute Belichtung aller Arbeitsplätze.

Für alle Förderarbeiten sind Elektrokarren vorgesehen, für ihren Verkehr sind drei Betonwege vorhanden, die in einer Breite von 2,25 m die Halle der Länge nach durchziehen und wodurch alle Schmalspurgleise, welche bisher bei derartigen Anlagen üblich waren, entbehrlich wurden; ebenso sind Querwege im Inneren und an den Aufsenseiten angelegt; der ganze übrige Fufsboden der Halle, auch zwischen den Gleisen, ist mit Mastix ausgeführt, so dafs die Karren überall verkehren können.

Merkwürdigerweise hat die Werkstätte nur Zufahrt von einer Seite, so dafs von hier aus alle Verschiebearbeit erfolgen mufs. In der Nähe einer Ecke des Gebäudes ist das Büro und ein Werkzeuglager vorgesehen.

(Railway Age 1926, 1. Hälfte, Nr 23.) Bttgr.

Digitized by Google

Das autogene Schweifsen von kupfernen Feuerbüchsen.

Von Reichsbahnrat Prinz, München.

Die technischen Erfolge und die damit verknüpften wirtschaftlichen Vorteile der autogenen Kupferschweifsung beim Ausbessern beschädigter Lokomotivfeuerbüchsen sind so bekannt, dafs sie nicht besonders hervorgehoben werden müssen.

War man ums Jahr 1920/21 stolz, wenn kleine Schweifsarbeiten an der eingebauten Büchse gelungen waren, so genügte das sehr bald nicht mehr. Die Ansprüche, aber auch die Leistungen stiegen und immer mehr vermochte die Kupferschweifsung die früheren Behelfverfahren der Kesselschmiede mit Erfolg zu verdrängen. Es ist deshalb verständlich, dafs, nachdem das Einsetzen grofser Kupferflicken in die Feuerbüchse gelungen war, versucht wurde, eine vollständige Feuerbüchse zu schweifsen anstatt zu nieten. Meines Wissens erfolgte der erste praktische Versuch, in Deutschland eine solche Schweifsung auszuführen, im EAW München bereits Februar 1923. Diese damalige erste Schweifsung einer ganzen Feuerbüchse, welche nach sorgfältiger Vorbereitung und bester Schulung der Schweifser glänzend gelang, wurde dauernd im Betriebe beobachtet. Die Lokomotive wurde im Mai 1923 dem Betrieb übergeben, hat jetzt etwa 100000 km geleistet und noch nie zu Klagen Anlafs gegeben. Das ist das Ergebnis des ersten Versuches dem, wie aus folgenden Ausführungen zu entnehmen ist, weitere, ebenso erfolgreiche Versuche folgten.

Vorbereitung und Anordnung beim Schweifsen einer kupfernen Feuerbüchse.

Die damalige Anordnung und Arbeitsweise, die, abgesehen von kleinen Abweichungen bis heute beibehalten wurde, war folgende.

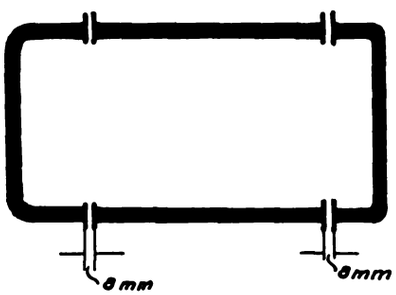


Abb. 1. Schematischer Zusammenbau der Feuerbüchse vor dem Schweifsen.

Die Feuerbüchsbleche werden wie sonst zugeschnitten; nur der Mantel wird, da ja keine Überlappung nötig ist, um diese Überlappungen (hintere und vordere) zweimal je 8 mm gekürzt. Dieser Zwischenraum von 8 mm ist nötig, um die Schrauben zum Zusammenhalten der Einzelteile unterzubringen. (Abb. 1).

Die einzelnen Feuerbüchsteile werden so zusammengeklemmt, dafs die Hauptabmessungen der Zeichnung entsprechen. Es ist jedoch zu beachten, dafs der Mantel wegen der fehlenden Überlappung um die doppelte Blechstärke enger gehalten werden mufs und dafs dementsprechend die

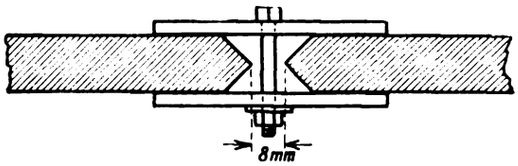


Abb. 2. Klemmvorrichtung zum Zusammenhalten der Feuerbüchsteile.

Seitenstehbolzen um Blechstärke länger sein müssen. Die zu schweifsenden Kanten werden so vorgearbeitet, dafs eine X (kreuz-)förmige Naht entsteht. Die so vorbereiteten Teile der Feuerbüchse werden, wie Abb. 2 zeigt mit Pratzen und Schrauben in einfachster Weise zusammengehalten.

Hierauf wird die Feuerbüchse in den Bodenring eingesetzt und an diesem angeheftet (Abb. 3).

Aus der Abbildung ist deutlich zu erkennen, wie die einzelnen Teile vorbereitet sind und zusammengehalten werden. Auch der Bodenring ist bereits angeklemmt. Die Schweifsung beginnt etwa in der Mitte der Feuerbüchsdecke und wird nach beiden Seiten bis zum Bodenring fortgesetzt. Das Schweifsen einer grofsen Feuerbüchse erfordert drei Tage. Am ersten Tag werden die Deckennähte, am zweiten und dritten Tage die Seitennähte geschweifst.

Die Abb. 4 und 5 zeigen die fertig geschweifste Feuerbüchse aufsen und innen.

Da die Schweifsnaht X-förmig vorbereitet und von den beiden Seiten zugänglich ist, wird von der äufseren und inneren Wandung gleichzeitig geschweifst (Abb. 6).

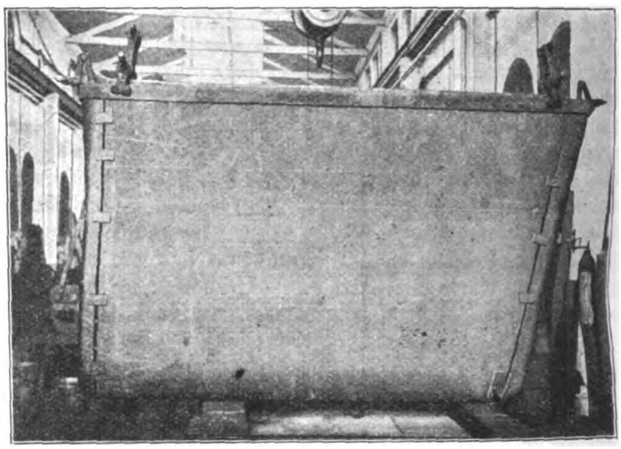


Abb. 3. Feuerbüchsrohr- und Rückwand zum Schweifsen zusammengespannt.

Auf die etwas angewärmte Schweifsstelle wird Canzler-Schweifspaste gestrichen, welche die Oxydation des Kupfers vermindert. Als Schweifsmaterial wird der sehr gut bewährte Canzlerdraht (Canzler-Düren im Rheinland) verwendet. Es wird mit zwei Brennern (Fabrikat »Messer« Nr. 5) gleichzeitig gearbeitet. Bei der X-Schweifsung befindet sich der eine Schweifser innerhalb, der andere aufserhalb der Feuerbüchse. Beide bearbeiten die gleiche Schweifsstelle. Da das Kupfer die

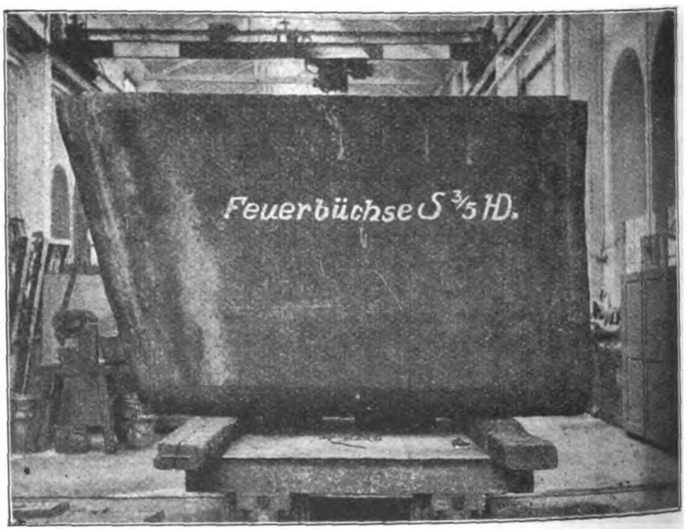


Abb. 4. Fertig geschweifste Feuerbüchse. Aufsenansicht.

Wärme aufserordentlich rasch ableitet, ist die Zuführung dieser grofsen Wärmemenge nötig. Deshalb wird bei V-Schweifsung,

Digitized by Google

falls aus bestimmten Gründen die günstigere X-Schweifsung nicht angewendet werden kann, gleichzeitig mit einem zweiten Brenner die Schweifsstelle dauernd angewärmt, da bei dieser Schweifsung nur auf einer Seite gearbeitet wird.

Beim Schweifsen werden mit dem Brenner kleine kreisförmige Bewegungen ausgeführt um eine örtliche Überhitzung möglichst zu vermeiden.

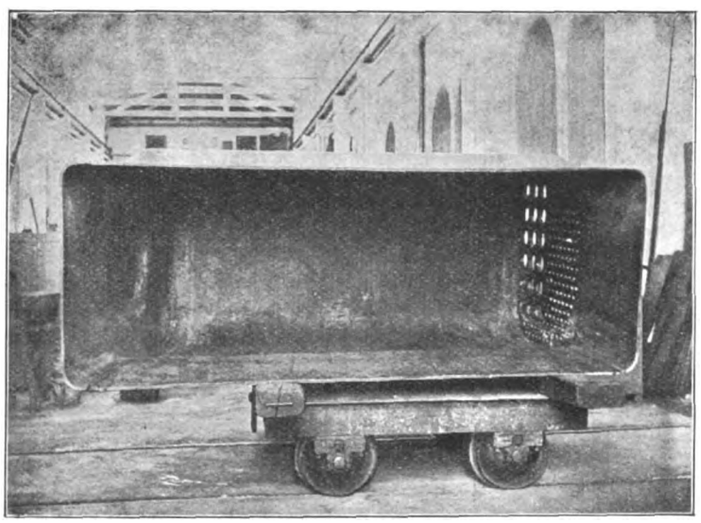


Abb. 5. Fertig geschweifste Feuerbüchse. Innenansicht.

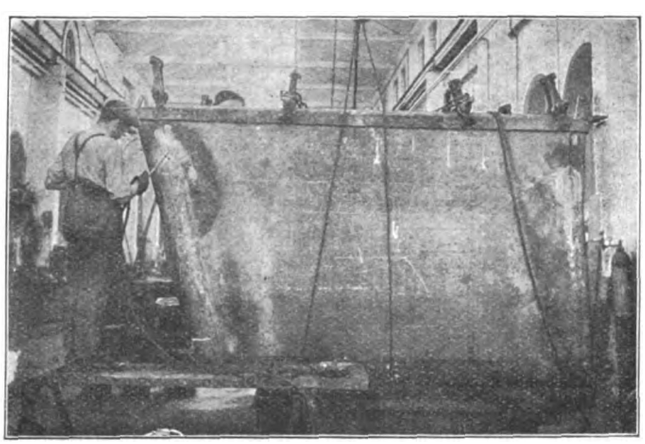


Abb. 6. Schweifser bei der Arbeit.

Da das so beschriebene Schweifsen sehr anstrengend ist, wird mit doppelter Besetzung, also mit vier Schweifsern gearbeitet, welche sich ablösen. Nachdem etwa 100 mm der Naht mit Schweifsgut gefüllt ist, wird das Schweifsen unterbrochen und die Schweifsnaht gehämmert, um die Wärmespannungen möglichst aufzuheben. Dabei wird die etwas stärkere Schweifswulst von der Mitte aus nach beiden Seiten hin mit ca. $^1/_2$ kg schweren Hämmern bearbeitet (Abb. 7). Diese Nachbehandlung ist schon von den früheren Ausbesserungsverfahren her bekannt. sie verhindert die Rifsbildung und verbessert die Festigkeit. Neuerdings wird mit Prefsluftwerkzeugen gehämmert, welche einen entsprechenden Einsatz haben. Damit gelingt es, Schweifsungen auf eine Länge von 150 bis 200 mm ohne Unterbrechung erfolgreich auszuführen.

Es wurde schon oben erwähnt, dafs die Seitenwandstehbolzen um Feuerbüchsmantelstärke verlängert werden müssen. Eine Verlängerung der Deckenstehbolzen wurde nicht vorgenommen, da die Feuerbüchsdecke wegen der Marke des niedrigsten Wasserstandes in der alten Lage wieder eingebaut werden mufs. Das bedingt jedoch, dafs Rohr- und Türwand um die Stärke des Mantelblechs gehoben werden, also um den gleichen Betrag länger sein müssen. Dadurch wird der Zwischenraum zwischen oberster Rohrreihe und Decke etwas gröfser als früher, was sehr vorteilhaft ist, da ein Einreifsen der Kümpelung dadurch unwahrscheinlicher wird.

Hervorgehoben mufs werden, dafs bei sämtlichen hier ausgeführten Feuerbüchsschweifsungen für den Wegfall der

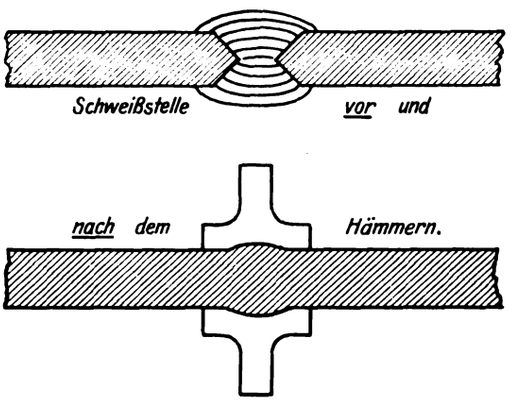


Abb. 7.

Überlappung und der damit erhöhten Steifigkeit absichtlich kein Ersatz durch Einziehen weiterer Stehbolzen geschaffen wurde, weil dadurch die Ausdehnung der Büchse in den Ecken gewährleistet ist. Ich betone das ausdrücklich, weil anderwärts diese Verankerung als notwendige Sicherheitsmafsnahme hervorgehoben wird. Die hier geschweifste Feuerbüchse S 3/6 3633 Bayern (feuerberührte Feuerbüchsfläche = 14,6 m², Dampfüberdruck 15 atm), seit 24. III. 24 eingebaut, hat bereits 252 000 km geleistet, ohne dafs irgend ein Schaden festzustellen ist.

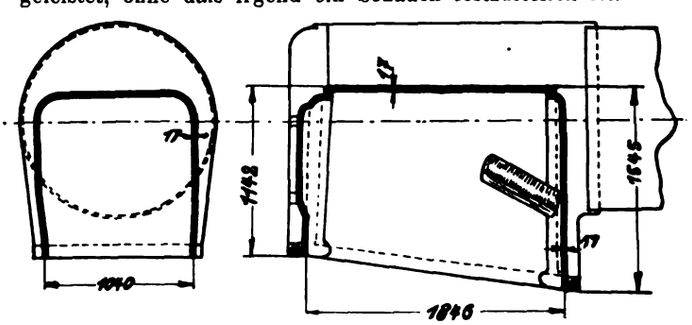


Abb. 8. Kesselskizze der bayerischen D XII Lokomotive.

Die Wirtschaftlichkeit der autogenen Feuerbüchsenschweifsung bei der Herstellung, im Betrieb und in der Unterhaltung.

Zur Frage der Wirtschaftlichkeit bei Herstellung geschweifster Feuerbüchsen diene folgende Zusammenstellung für eine Feuerbüchse einer Lokomotive der Gattung D XII (bay.). (Abb. 8).

Kostenvergleich für den Aufbau einer D XII Feuerbüchse.

(Preise und Löhne vom 17. 9. 26.)

a) genietete Feuerbüchse.

1.	Feuerbüchsmantel grade walzen und auflegen zum Anzeichnen	4	Std.
2.	6 Heftlöcher bohren, schräg meifseln zum Hobeln	6	»
3.	Feuerbüchsrohr- und Türwand auflegen zum Anzeichnen und 6 Heftlöcher bohren . .	3	»
4.	Feuerbüchsmantel an den 4 Ecken abschärfen	8.5	»
	Zu übertragen: . .	21,5	»

Digitized by Google

	Übertrag: . .	21,5	Std.
5.	Feuerbüchsmantel nach den Wänden biegen	15	»
6.	Feuerbüchsrohr- und Türwand in den Mantel heften	8	»
7.	Bodenring über die Büchse legen und anrichten	8	»
8.	Feuerbüchse einheben zum Anzeichnen der Kontrollstehbolzenlöcher	18	»
9.	Feuerbüchse ausheben. Anzeichnen der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher . . .	18	»
10.	Bohren der Nietlöcher, Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	32	»
11.	Auseinandernehmen der Feuerbüchse, Grat nehmen, Nietlöcher versenken	15	»
12.	Schrägmeifseln der Stemmkanten	14	»
13.	Überschüssigen Baustoff an Rohr- und Türwand und Mantel abmeifseln	6	»
14.	Zusammenstellen der Feuerbüchse . . .	10	»
15.	Anrichten der Wände und der 4 Ecken am Bodenring	13	»
16.	Ausreiben der Nietlöcher	6,40	»
17.	Zusammennieten der Feuerbüchse . . .	20,40	»
18.	Stemmen der Nieten innen und aufsen . .	20,40	»
19.	Stemmen der Stemmkanten innen und aufsen	13	»
	Summe . .	236,70	Std.
	237 Stunden zu 1,04 ℳ = ...	246,48	ℳ
	Nieteisen pro Niete . . . . . 0,320 kg		
	0,320 kg × 0,20 = 0,064 ℳ × 130 Nieten =	8,32	»
	Stromverbrauch zum Anwärmen der Nieten . .	4,40	»
	Prefsluftverbrauch	16,90	»
	Kupfer: Mantel mit Überlappung, Rohr- und Türwand = 1003 + 421 + 258 = 1682 kg × 2,20 ℳ = ...	3700,40	»
	Gesamtsumme . . .	3976,50	ℳ

b) autogen geschweifste Feuerbüchse.

1.	Feuerbüchsmantel grade walzen und auflegen zum Anzeichnen	4	Std.
2.	Feuerbüchsmantel zuschneiden	2	»
3.	Rohr- und Türwand schräg meifseln . .	8	»
4.	Feuerbüchsmantel biegen nach den Wänden	15	»
5.	Feuerbüchse zusammenstellen mit Auflegen des Bodenringes	6	»
6.	Feuerbüchse schweifsen	95	»
7.	Bodenring an den 4 Ecken an der Feuerbüchse anrichten	7	»
8.	Feuerbüchse einheben zum Anzeichnen der Kontrollstehbolzenlöcher	18	»
9.	Feuerbüchse ausheben, Anzeichnen der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	15	»
10.	Bohren der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	20	»
11.	Grat nehmen an den Löchern	2	»
	Summe . .	192	Std.
	192 Stunden zu 1,04 ℳ = ...	199,68	ℳ
	Canzlerdraht 19 kg zu 5,10 ℳ = ...	96,90	»
	Canzlerpaste 1 kg = ...	5,90	»
	Sauerstoff 42 cbm zu 0,57 ℳ = ...	23,94	»
	Karbid 127 kg zu 0,23 ℳ = ...	29,21	»
	Kupfer: Mantel ohne Überlappung, Rohr und Türwand = 921 + 416 + 253 = 1590 kg × 2,20 ℳ = ...	3498,00	»
	Gesamtsumme . . .	3853,23	ℳ

Ersparnis:

an Gesamtaufwand 3976,50 — 3853,23 = 123,27 ℳ, an Arbeitszeit 237 — 192 = 45 Stunden, das ist $\frac{45}{237} \cdot 100 = 19$ v. H.

Zu diesem Vorteil kommen noch die wesentlichen Vorteile im Betrieb und Unterhaltung.

Der Ein- und Ausbau geschweifster Feuerbüchsen ist leichter vorzunehmen, da die manchmal Schwierigkeiten bereitende Nietnaht wegfällt, an den Schweifsstellen ist der Wärmeübergang günstiger, da nur eine Wand vorhanden ist, das Abbrennen der Stemmkanten und Nietköpfe, das bei der genieteten Feuerbüchse stets eintritt, ist bei Schweifsung unmöglich. Undichtheiten können, da keine Nietung vorhanden, bei richtig ausgeführten Schweifsungen, nicht mehr vorkommen. Die Lebensdauer der geschweifsten Feuerbüchse wird ohne Zweifel höher sein, weil die Nachteile der Nietverbindung in Wegfall kommen.

Besonders diese letzt angeführten Gründe sprechen für die Einführung und Zweckmäfsigkeit der geschweifsten Feuerbüchse.

Bewährung der geschweifsten Feuerbüchsen, Güte und Prüfung der Schweifsung.

Dafs sich die autogene Kupferschweifsung für alle Gröfsen und Arten der Feuerbüchse eignet, mag aus folgender Zusammenstellung der bis jetzt im Eisenbahnausbesserungswerk München geschweifsten Büchsen entnommen werden:

Zusammenstellung.

Lokomotivbezeichnung	Gattung	Dampfdruck at	Breite der Feuerbüchse m	Länge der Feuerbüchse m	Gesamt-qm (feuerberührt)	Im Betrieb seit	Bisherige Kilometerleistung
D XII 2277	Pz Tenderlokomotive)	12	1,85	1,10	8,37	8. 5. 23	96000
G 3/4 7037	Gz	13	1,85	1,43	10,06	7. 8. 23	120500
G 3/4 7027	Gz	13	1,85	1,43	10,06	23. 8. 23	108000
G 3/4 70[illegible]0	Gz	13	1,85	1,43	10,06	24. 9. 23	96000
S 3/6 3633	Sz	15	2,12	2,13	14,62	24. 3. 24	252000
S 3/6 3633	Sz	15	2,12	2,13	14,62	31. 5. 24	213000
P 3/6 3810	Pz	15	2,45	1,18	11,64	13. 8. 25	67300
S 3/5 3312	Sz	14	3,0	1,28	14,5	28. 10. 25	54000
D VIII 1905	Lokalbahn	12	1,63	1,05	6,3	12. 12. 25	14000

Das ist nur eine Auswahl der bisher im EAW München vollständig geschweifsten Lokomotiv-Feuerbüchsen, aus welchen ersehen werden möge, dafs die Versuche auf breitester Grundlage durchgeführt werden. Die bisherigen Ergebnisse sind sehr befriedigend, denn sämtliche geschweifsten Feuerbüchsen haben sich nach eigenen Feststellungen und nach dem Gutachten des Betriebes vollkommen bewährt. Die Feuerbüchsen sind durchweg noch sehr gut erhalten. Die Schweifsnähte weisen noch nicht die geringsten Undichtheiten wie Risse oder poröse Stellen auf. Ferner haben sich bei den geschweifsten Feuerbüchsen noch keinerlei Formveränderungen, wie Stehbolzenbrüche in unmittelbarer Nähe der Schweifsnaht oder sonstige nachteilige Einflüsse gezeigt.

Die Beurteilung der Güte einer Kupferschweifsung auf Grund der Beobachtung des Schweifsvorganges selbst und des Aussehens der fertigen Schweifsstelle allein, würde zu Trugschlüssen Veranlassung geben. Es ist deshalb nötig, gesonderte Schweifsproben herzustellen. Diese Proben werden unter möglichst gleichen Verhältnissen, wie die Originalschweifsung, gefertigt und auf Grund der Ergebnisse der Zerreifsversuche, der Biegeprobe und Prüfung des Gefüges (polierter Schliff und geätzter Schliff) wird auf die Qualität der Schweifsung an der Feuerbüchse geschlossen. Die Güte der Feuerbüchsschweifsung selbst wird bei der Wasser- und Dampfdruckprobe des Kessels nochmals scharf geprüft. Die dauernde Beobachtung der ge-

Digitized by Google

schweifsten Feuerbüchse im Betriebe darf nicht vernachlässigt werden.

Welche hohe Festigkeitswerte bei guten Schweifsungen zu erreichen sind, mag aus folgender Zusammenstellung entnommen werden:

Zerreifsproben von autogen geschweifsten Kupferstäben.

Probe Nr. 1.

Bruchbelastung	16350 kg
Zugfestigkeit	21,31 kg/qmm
Dehnung in v. H.	34,00

Bemerkung: Bruch erfolgte an der Schweifsstelle und zeigt Schlackeneinschlüsse.

Probe Nr. 2.

Bruchbelastung	15615 kg
Zugfestigkeit	21,23 kg/qmm
Dehnung in v. H.	37,33

Bemerkung: Bruch erfolgte 30 mm neben der Schweifsstelle. Bruch ohne Fehler.

Probe Nr. 3.

Bruchbelastung	16110 kg
Zugfestigkeit	22,04 kg/qmm
Dehnung in v. H.	38,66

Bemerkung: Bruch feinkörnig und ohne Fehler.

Probe Nr. 4.

Bruchbelastung	16190 kg
Zugfestigkeit	21,49 kg/qmm
Dehnung in v. H.	39,66

Bemerkung: Bruch erfolgte 70 mm neben der Schweifsstelle. Bruch ohne Fehler.

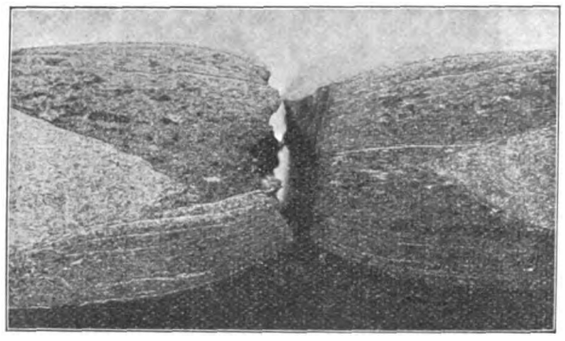


Abb. 9. Zerreifsversuch 1 (Vergröfserung der Aufnahme etwa 4 fach. Wiedergabe auf $^2/_3$ verkleinert).

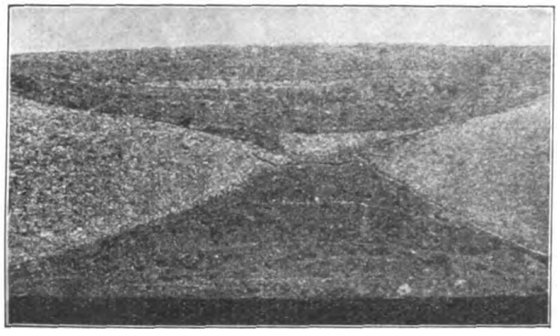


Abb. 10. Zerreifsversuch 4 (Vergröfserung der Aufnahme etwa 4 fach. Wiedergabe auf $^2/_3$ verkleinert).

Abb. 9 und 10 sind polierte Schliffe (4 fach) der Zerreifsproben Nr. 1 und 4.

Auf beiden Bildern ist das Urmaterial deutlich vom Schweifsmaterial zu unterscheiden. Probe 1 (Abb. 9) ist an der Schweifsstelle gerissen, weil kleine Schlackeneinschlüsse vorhanden waren. Bei Probe 4 (Abb. 10) hielt die Schweifsstelle stand. Es ist aber gut zu erkennen, wie infolge der Beanspruchung über die Streckgrenze der Zusammenhang in der Mitte gestört wurde und als Folgeerscheinung auch das Schweifsgut sich schichtförmig abzulösen beginnt.

Von Probe 4 ist ferner ein geätztes Schliffbild beigefügt (Abb. 11 [100 fach vergröfsert]).

Das Gefüge ist ziemlich gleichmäfsig und feinkörnig. Durch Zugkräfte sind die Achsen der Kristalle verschoben wie

Abb. 11. Geätztes Schliffbild der Zerreifsprobe 4 100 fach vergröfsert.

Abb. 12. Geätztes Schliffbild (normal) 150 fach vergröfsert.

Wiedergabe der beiden Bilder auf etwa die Hälfte verkleinert.

durch Vergleich mit einer nicht auf Zug beanspruchten Kupferprobe Abb. 12 ersehen werden kann.

Dieses Bild zeigt ziemlich normales Gefüge von Kupfer bei 150 facher Vergröfserung.

Trotz der bisherigen Erfolge darf nicht übersehen werden, dafs die Güte der Schweifsung in erster Linie von der Tüchtigkeit und Gewissenhaftigkeit des Schweifsers abhängt. Die Arbeit selbst ist für die Beteiligten sehr anstrengend und trotz der Ersparnisse und Vorteile gegenüber dem früheren Verfahren noch umständlich und zeitraubend.

Versuche, den Arbeitsgang zu vereinfachen bzw. zu mechanisieren sind deshalb begreiflich und werden besonders bedeutungsvoll, wenn bedacht wird, dafs in den nächsten Jahren Feuerbüchswechsel (also Schweifsarbeiten) in gröfserer Zahl vorgenommen werden müssen, da die nach Kriegsende an Stelle der eisernen Büchsen eingebauten Kupferbüchsen zur Auswechslung anfallen werden.

Im EAW München wird zur Zeit ein Brenner erprobt, welcher das Schweifsen in der bisherigen Art gestattet und gleichzeitig die Schweifsstelle vorwärmt. Es ist um den eigentlichen Schweifsbrenner ein Kranz kleiner Anwärmebrenner angeordnet, Schweifs- und Anwärmebrenner sind für sich einstellbar und voneinander in bezug auf Gasgemisch unabhängig. Gleichzeitig wurde versucht, die auf die Länge der Zeit sehr anstrengende kreisförmige Bewegung mit der Hand durch mechanischen Antrieb zu ersetzen.

Falls die Versuche erfolgreich sind, wird das Ergebnis in einem weiteren Aufsatz mitgeteilt werden. Würde der Brenner auf entsprechende Weise längs der Schweifsnaht mechanisch geführt, so wäre die Schweifsmaschine für Feuerbüchsschweifsung geschaffen. Ob die Entwicklung in dieser Richtung fortschreitet läfst sich jetzt noch nicht voraussehen.

Digitized by Google

Die Rohrpostanlage im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte.

Von Abteilungsleiter **J. Berens** im E. A. W. Schwerte.

Das neu errichtete Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte besitzt neben anderen neuzeitlichen Einrichtungen auch eine Anlage, die bisher in den Eisenbahnausbesserungswerken noch nicht eingeführt war, nämlich eine über das ganze Werk sich erstreckende Rohrpost.

Die Anlage dient zur Beförderung von Geschäftsstücken in einem gemeinsamen Fahrrohr und ist dementsprechend nach dem sogenannten Einrohrsystem mit Luftwechselbetrieb ausgeführt, d. h. zur Beförderung der Rohrpostbüchsen in der einen Richtung wird Druckluft, in der anderen Saugluft benutzt. Ferner ist die Anlage für halbautomatischen Bedarfsbetrieb eingerichtet.

Die Inbetriebsetzung der Anlage geschieht selbsttätig bei Absendung der Büchsen, während die Aufserbetriebsetzung auf gleichem Wege nach Ankunft der Büchsen erfolgt. Es besteht somit ein Kraftbedarf nur für die einige Sekunden betragende Beförderungsdauer, wodurch der Stromverbrauch auf das Mindestmafs beschränkt wird.

Die Bedienung der Anlage ist derart einfach, dafs sie von jeder Person im Nebenamt ausgeführt werden kann. Es ist nur erforderlich, die Sendekammer mittelst des Schnellverschlusses zu öffnen, die Büchsen einzuladen, die Sendekammer wieder zu verschliefsen und den Luftschieber zu betätigen.

Die ankommenden Büchsen werden durch die Empfangsapparate auf den Nebenstellen selbsttätig ausgeschleudert und fallen in einen Auffangkorb, der so grofs bemessen ist, dafs eine ganze Anzahl von Büchsen darin Platz hat (siehe Abb. 1).

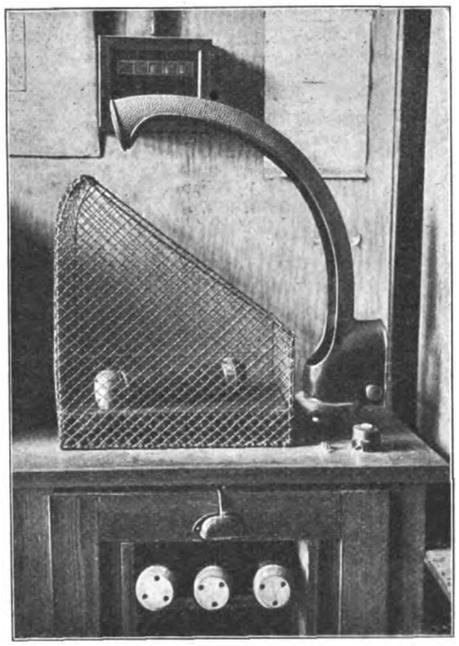


Abb. 1. Nebenstelle der Rohrpost mit Auffangkorb.

Durch die selbsttätige Ausschleuderung auf den Nebenstellen wird die Betriebsbereitschaft der Rohrpostanlage vergröfsert, so dafs sofort nach Ankunft einer abgesandten Büchse weitere Büchsen nachgesandt werden können, ohne dafs man zu warten braucht, bis die zuerst abgesandte dem Empfangsapparat entnommen worden ist.

Die Rohrpostanlage besteht aus einer im Mittelpunkt des Werkes gelegenen Hauptstelle (Zentrale, siehe Abb. 2) mit zugehöriger Maschinenanlage und sieben Nebenstellen. Eine weitere Nebenstelle ist zur Zeit noch im Bau begriffen. Die an die Hauptstelle angeschlossenen Nebenstellen — Lokomotivhalle, Geräteschuppen, Verwaltungsgebäude, Schmiede, Kesselschmiede, Giefserei, Hauptlager und Pförtnerhaus (siehe Abb. 3) — verkehren über die Hauptstelle untereinander. Bei der Bedienung wird die Verschlufsklappe des Einlaufbogens einer Nebenstelle hochgehoben und die Büchse in die Rohröffnung gesteckt. Hierauf wird von Hand ein Druckkontakt betätigt, wodurch auf der Hauptstelle eine grüne Lampe, die sogenannte »Hole-Lampe« zum Leuchten gebracht wird. Auf dieses Zeichen hin hat die Bedienung der Hauptstelle nur nötig, den mit der Bezeichnung »Holen« versehenen Luftschieber zu betätigen, wodurch der der Nebenstelle entsprechende Apparat der Hauptstelle für den Büchsenempfang vermittelst Saugluft eingeschaltet wird. Gleichzeitig wird die Maschinenanlage durch einen Kontakt unter Vermittlung einer Hilfskraft sowie des Selbstanlassers in Bewegung gesetzt. Die roten »Fahrt- oder Besetztlampen« leuchten auf, ferner bleibt der Luftschieber durch eine elektromagnetische Festhaltevorrichtung in seiner Arbeitsstellung stehen. Vor der eingeladenen Büchse entsteht nun eine Luftverdünnung. Sobald der hinter der Büchse herrschende atmosphärische Überdruck so grofs geworden ist, dafs er das Gewicht und die Reibung der Büchse im Fahrrohr überwinden kann, wird diese durch die Saugluft zur Hauptstelle gesaugt. Hierselbst betätigt die Büchse beim Eintreffen in der Apparatekammer einen Kontakt, wodurch die elektromagnetische Festhaltevorrichtung des Luftschiebers eingeschaltet wird und der Luftschieber selbsttätig in die Ruhestellung zurückgeht. Dabei wird gleichzeitig der

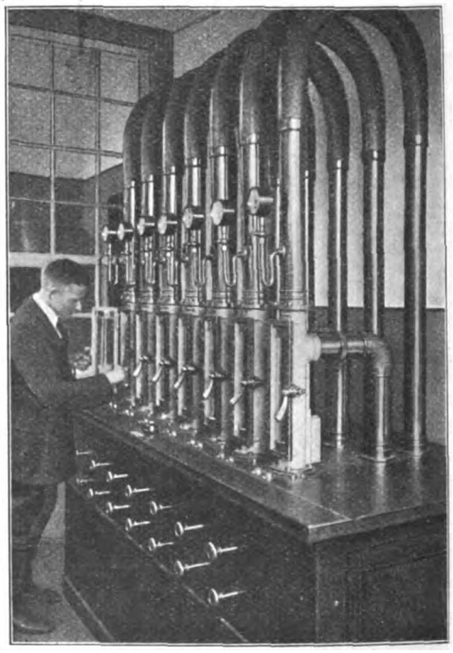


Abb. 2. Hauptstelle der Rohrpostanlage.

Selbstanlasser und der das Gebläse antreibende Motor stillgesetzt, die Lufterzeugung des Gebläses hört somit auf. Die Kammer wird geöffnet und die Büchse herausgenommen. Sofort erlöschen die Signallampen und die Strecke kann nach Schliefsen der Kammer wieder zur Beförderung benutzt werden.

Die Büchse wird nun in einen Sendeapparat der Hauptstelle eingeladen, wobei wieder die roten »Besetzt-« oder »Fahrtlampen« aufleuchten. Dann wird der mit »Senden« bezeichnete Luftschieber gezogen, die Maschinenanlage setzt sich in Betrieb und befördert die Büchse vermittelst Druckluft nach der Nebenstelle. Dort tritt sie ebenso selbsttätig aus dem Empfangsapparat

Digitized by Google

heraus, nachdem sie vorher durch einen Kontakt die Anlage wieder zum Stillstand und die Lampen zum Erlöschen gebracht hat.

Da die Einschaltung der Maschinenanlage nur von der Hauptstelle und von Hand durch Betätigung der Luftschieber erfolgt, ist eine vollkommene Betriebssicherheit gewährleistet, so dafs durch Nichtbeachtung der Lampensignale seitens der Nebenstellen Zusammenstöfse der Büchsen oder andere Übelstände nicht auftreten können.

Besonders ist noch zu erwähnen, dafs für die langen Strecken bei den Apparaten auf der Hauptstelle je ein Manometer angeschlossen ist, durch welches der jeweilige Betriebszustand im Fahrrohr beim Befördern von Büchsen zu ersehen ist. Gleichzeitig wird dadurch der ordnungsmäfsige Zustand des Gebläses kontrolliert.

Zur Erzeugung der Saug- bzw. Druckluft ist in unmittelbarer Nähe der Hauptstelle (Zentrale) eine Maschinenanlage aufgestellt. Das Gebläse der Maschinenanlage ist ein rotierendes Hochdruckgebläse und besonders für Rohrpostanlagen eingerichtet.

Die Rohrpost wird zum Versand aller Geschäftsstücke benutzt, die in die Büchsen, deren lichter Durchmesser 75 mm beträgt, hineingehen, also aller Geschäftsstücke mit Ausnahme von Büchern mit festem Einband, sowie von umfangreichen Geschäftsstücken, wie z. B. Akten. Die Versendung aller Stücke erfolgt durch besondere Rohrpostmappen. Auf diesen Mappen wird der Empfänger in Wegweiserform vermerkt. Die die Empfangsstelle bedienende Kraft nimmt die Mappe aus der Büchse und gibt die darin enthaltenen Stücke ohne Einsichtnahme in diese selbst an den auf der Mappe bezeichneten Empfänger weiter. Jede Empfangsstelle hat eine bestimmte Nummer, auf die die Büchse bei Absendung eingestellt wird. Die Hauptstelle oder Zentrale befördert jede Büchse nach der durch diese Nummer bezeichneten Endstelle weiter.

Durch die Anlage wird erreicht, dafs die vielen Gänge, die erfahrungsgemäfs zum Herumbringen der Geschäftssachen von einer Geschäftsstelle zur anderen in einem Werke zu machen sind, auf ein Mindestmafs beschränkt werden können. Es

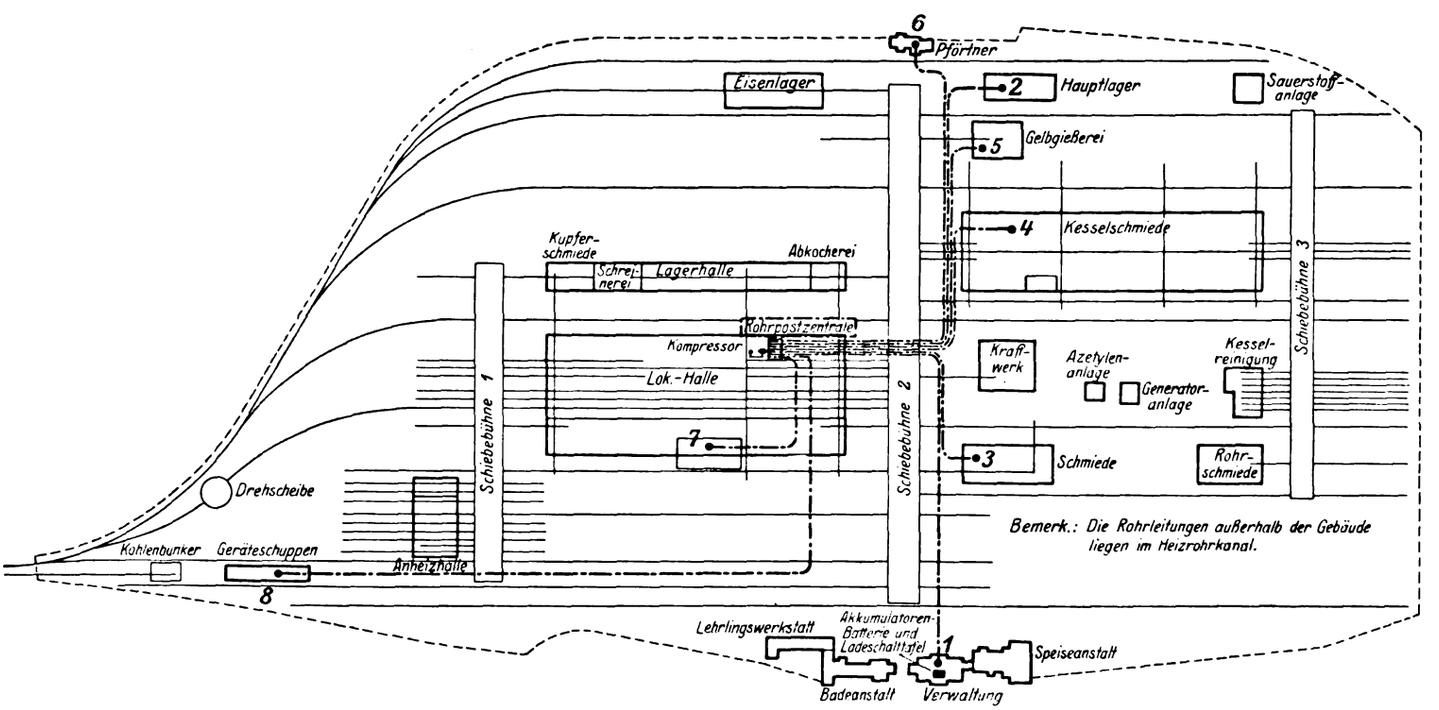


Abb. 3. Lageplan des E. A.W. Schwerte mit Darstellung des Rohrlaufes der Rohrpost.

Es hat zwei im Innern eines Gehäuses mit gleicher Umdrehungszahl in entgegengesetzter Richtung rotierende Kolben; der untere, auf dessen Welle der Antrieb erfolgt, ist der Arbeitskolben, der obere, von der unteren Welle mit gleichen Zahnrädern angetrieben, ist der Steuerkolben. Der erstere saugt auf der einen Seite die Luft an und drückt sie auf der anderen weg. Das Gebläse arbeitet in beiden Drehrichtungen mit gleichem Wirkungsgrad. Es wird durch einen Elektromotor angetrieben.

Zur Abkühlung der Druckluft und zur Ausscheidung der Feuchtigkeit sind für die zum Teil im Erdreich verlegten Förderrohre Kühlvorrichtungen, bestehend aus einer im Erdboden verlegten Rohrschlange nebst Wasserabscheider vorhanden. Um das Gebläse gegen Eindringen von Staub, Sand und sonstigen Fremdkörpern zu schützen, ist auf der Saugseite ein Filter eingebaut.

Die Bedienung der Rohrpostanlage erfolgt auf allen Stellen, auch auf der Hauptstelle nebenamtlich; sie erfordert auf der Hauptstelle, über die alle Stücke laufen, naturgemäfs die meiste Zeit. Diese Inanspruchnahme der die Hauptstelle bedienenden Schreibkraft ist jedoch so gering, dafs sie kaum in Anschlag gebracht werden kann.

werden hier zwei Boten durch die Rohrpost gespart, die jährlich 5 350,00 ℳ Kosten verursachen würden.

Die Rohrpost, die eine Gesamtrohrlänge von 3 200 m hat, kostete 20 000,00 ℳ. Diese erfordern

an Verzinsung 7 %	=	1 400,00 ℳ
an Tilgung 5 %	=	1 000,00 »
an Betriebskosten (Strom, Schmiermaterial usw.) jährlich . . .	=	250,00 »
an Unterhaltungskosten jährlich .	=	70,00 »
zusammen:		2 720,00 ℳ

so dafs sich für das Werk eine zahlenmäfsige jährliche Ersparnis von (5 350,00 — 2 720,00) = **2 630,00 ℳ** ergibt.

Diese Ersparnis ist es aber nicht allein, die die Rohrpostanlage für das Werk wertvoll macht. Noch höher als erstere sind die Vorteile anzuschlagen, die sich durch die schnelle Beförderung eiliger Geschäftsstücke ergeben. Diese rasche Beförderung ermöglicht es, eilige Stücke jederzeit sofort zur richtigen Stelle zu schaffen und sie dort ohne jede Verzögerung zu bearbeiten.

Digitized by Google

Arbeits- und Zeitstudien in Eisenbahnausbesserungswerken.

Von Reichsbahnrat Staufer, München.

Nicht nur als gröfster Arbeitgeber Deutschlands, sondern auch als einer der ersten hat die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1921 in einem Lohntarifvertrag mit den einschlägigen Arbeitnehmerverbänden an Stelle des vor dem Kriege üblichen »Geld-Akkordes« das wesentlich verbesserte »Zeitgedinge« eingeführt. Damit war eine der wichtigsten Grundlagen für den nachfolgenden Aufschwung zur Wirtschaftlichkeit geschaffen. In weiterem, für die damalige Zeit weit voraussorgenden Fortschrittsbestreben war schon in diesem Lohnabkommen bestimmt, dafs die bewilligten Gedingezeiten zunächst durch Schätzung, später aber durch Zeitaufnahmen mittels Stoppuhr festgesetzt werden sollten.

Nach gründlicher Erprobung in mehreren Versuchswerken gab die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn im August 1924 eine »Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in Eisenbahnausbesserungswerken« heraus, hielt in den erwähnten »Mutterwerken« gründliche Ausbildungskurse für Zeitaufnehmer ab und begann Ende 1924 in sämtlichen Ausbesserungswerken mit der planmäfsigen Durchführung von Zeitaufnahmen. Diese Verwaltungsmafsnahme und die in ihrer Klarheit mustergültige »Anweisung« sind deswegen besonders hoch zu werten, weil damals die bekannten Arbeiten des »Refa« (Reichsausschufs für Arbeitszeitermittlung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit) noch nicht so weit fortgeschritten waren und somit erstmals in etwa 100 Grofsbetrieben, den Eisenbahnausbesserungswerken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Zeitstudien nach einheitlichem Verfahren eingeführt wurden.

Da dieses Verfahren teilweise von der Begriffsbestimmung des »Refa« abweicht — nicht zu seinem Nachteil —, so sollen die wesentlichen Begriffe kurz erläutert werden*). Die Fertigungszeit selbst setzt sich zusammen aus Rüstzeit, Hauptzeit und den Verlustzeitzuschlägen. Zur Summe aus diesen Zeitbeträgen kommt ein Zuschlag von 20 v. H. für Überverdienst; die gesamte Summe ergibt die zu bewilligende Gedingezeit. Der letztgenannte Zuschlag ist tariflich darin begründet, dafs der Arbeiter während der Zeitaufnahme mit voller, aber dauernd gut durchzuhaltender Kraftanspannung arbeiten mufs und bei dieser Kraftanspannung in der Regel 20 v. H. Überverdienst erzielen soll. Die Beseitigung dieses Zuschlages unter gleichzeitiger Erhöhung des Gedingegrundlohnes ist in Fachzeitschriften und den ADB = (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure) Ausschüssen zeitweise lebhaft erörtert worden**). Für seine Beibehaltung sprechen gewichtige psychologische Gründe.

Rüstzeit ist die Summe derjenigen Teilarbeitszeiten, die, unabhängig von der Stückzahl, nur einmal aufgewendet werden mufs für Zu-, Um- und Abrüsten der Werkzeugmaschine und des Arbeitsplatzes. Hauptzeit ist die Summe aller Teilarbeitszeiten, die zur Arbeitsausführung am Werkstück aufgewendet werden müssen und zwar so oft, wie Werkstücke bearbeitet werden müssen. Sie setzt sich zusammen aus Maschinen- und Handzeiten. Bei letzteren erfolgt die Arbeitsausführung durch den Arbeiter oder unter seiner Mitwirkung; die Zeitdauer hängt also von seiner Geschicklichkeit und seinem Fleifse ab. Bei ersteren dagegen wird die Arbeit von der Arbeitsmaschine ausgeführt, ihre Zeitdauer ist nur von der Schaltung der Maschine abhängig; der Arbeiter beaufsichtigt dabei die Maschine; Handgriffe von kürzerer Dauer als die von der Maschine bestimmte Maschinenzeit, also »Handzeiten, die in die Maschinenzeit hineinfallen«, vollführt er nebenbei, ohne dafs sie mit der Stoppuhr festgestellt und eigens bezahlt werden. Dazu zählt beispielsweise: Vorbereiten des nächsten Werkstückes oder Werkzeuges zum Einspannen, Messen, Späne wegräumen. Der Begriff der »Nebenzeiten« ist im Zeitstudienverfahren der Reichsbahn nicht eingeführt.

Der Verlustzeitzuschlag V_1 setzt sich zusammen aus sächlichen und persönlichen Verlustzeiten, deren Begriffe vom »Refa« genau so bestimmt werden und daher allgemein bekannt sind. Dieser Zuschlag wird nicht bei der eigentlichen Zeitaufnahme festgelegt, sondern durch besondere, mehrtägige Verlustzeitaufnahmen für jeden einzelnen Werkbetrieb ermittelt. Bei der eigentlichen Zeitaufnahme eines Arbeitsganges werden zwar auch die dabei beobachteten Verlustzeiten abgestoppt und ihr Vomhundertteil an der reinen Arbeitszeit errechnet. Als Zufallswert dient diese Eintragung jedoch nicht zur Auswertung der Zeitaufnahme selbst, sondern nur statistischen Interessen; sie kann bei dauernden, gröfseren Abweichungen vom Regelwert zu einer Nachprüfung der eigentlichen Verlustzeitaufnahme Anlafs geben. Aufser diesem allgemeinen Verlustzeitzuschlag V_1 jedes Werkbetriebes können bei einzelnen Arbeitsgängen besondere Verlustzeiten V_2 und V_3 bei der Rüstzeit bzw. bei der Hauptzeit auftreten; sie werden bei der eigentlichen Zeitaufnahme ermittelt und voll vergütet. Auf die Beseitigung solcher besonderer Verlustzeiten ist von der Werkleitung besonderes Augenmerk zu richten.

Die nachfolgende Übersicht 1 zeigt die Unterteilung einer Fertigung in Arbeitsgänge und dieser in einzelne Teilarbeiten*). Letztere werden mit der $^1/_{100}$ Minuten anzeigenden Stoppuhr gemessen und in den Zeitbogen eingetragen. Die Messung der noch kleineren Zeitteile, nämlich der Griffe und Griffelemente, ist nur mittels Film möglich und kommt nur bei ausgesprochener Massenfertigung in Frage.

Auf Grund des ausgewerteten Zeitaufnahmebogens wird für jeden Arbeitsgang eine Unterweisungskarte und, wenn nötig, auch eine Unterweisungsskizze und Werkzeugliste erstellt, ferner für die ganze Fertigung ein »Auswertungsauszug«*). Die Beigabe von Unterweisungsskizzen ist in vielen Fällen wertvoll, um dem Arbeiter das Verständnis der Unterweisungskarte zu erleichtern, unbedingt aber erforderlich für die zum Gebrauch in anderen Werken vervielfältigten Unterweisungskarten. Mit den Wortangaben einer Unterweisungskarte läfst sich schwerlich der Arbeitsgang so gut und deutlich erklären wie mit den wenigen Bildern der Unterweisungsskizze in Abb. 1. Der dargestellte Bordring für Leitungsrohre ist noch nicht genormt, wird also nur in kleineren Stückzahlen benötigt und kommt daher vorläufig für die sonst selbstverständlich gebotene Herstellung auf automatischen Revolverbänken oder für den Ankauf noch nicht in Frage. Seine Herstellung in kleineren Reihen (30 bis 50 Stück) wird durch die Verwendung des gezeichneten, sehr einfach herzustellenden Stahlhalters ganz erheblich verbilligt, weil das Wechseln der Drehstähle während des Arbeitsganges und das sonst öfters notwendige Messen entfällt.

Für jede Zeitaufnahme ist eine Arbeitsuntersuchung anzustellen, deren Notwendigkeit und Bedeutung nicht genug betont werden kann. Die im späteren dargestellten, ganz erheblichen Ersparnisse an jährlichen Lohnstunden sind fast durchwegs auf technische oder organisatorische Verbesserungen der Arbeitsgänge zurückzuführen. Arbeitsstudien und

*) Ausführliches siehe in der genannten „Anweisung", ferner in „Lüders, Zeitaufnahmen in Eisenbahnwerken", Verlag H. Apitz, Berlin.

**) Hegener, Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten, Verlag Springer, Berlin.

*) Ausführliches siehe in der genannten „Anweisung", ferner in „Lüders, Zeitaufnahmen in Eisenbahnwerken", Verlag H. Apitz, Berlin.

Digitized by Google

Übersicht 1 für Fertigung: Bordring für Luftbremsleitung an Lokomotiven.

Werkstoff: Flufseisenrohre.

1. Arbeitsgang: Abstechen.

Teilarbeiten		
1	Auftrag empfangen	R
2	Maschine einrichten	R
3	Rohr aufnehmen	R
4	Stähle einspannen und einstellen	R
5	Abstechen	H
6	Stähle zurückschalten	H
7	Rohr ausspannen, nachschieben	H
8	Werkstück weglegen	H
9	Maschine abrüsten	R
10	Auftrag zurückgeben	R

2. Arbeitsgang: Ausbohren.

Teilarbeiten		
1	Auftrag empfangen	R
2	Maschine einrichten	R
3	Werkstück einspannen	H
4	Vorschub einstellen	R
5	Bohrstähle einspannen	R
6	Stahl ansetzen	R
7	Ausbohren	H
8	Nachprüfen	H
9	Werkstück ausspannen	H
10	Maschine abrüsten	R
11	Auftrag zurück	R

3. Arbeitsgang: Aufsen drehen.

Teilarbeiten		
1	Auftrag empfangen	R
2	Maschine einrichten	R
3	Werkstück auf Dorn bringen	H
4	Stähle einspannen	R
5	Ansetzen	R
6	Messen	R
7	Drehen 1. Seite ein Schnitt	H
8	Support einstellen zum Drehen der 2. Seite	H
9	Drehen 1. Seite	H
10	Drehen 2. Seite	H
11	Werkstück vom Dorn lösen	H
12	Werkstück weglegen	H
13	Maschine abrüsten	R
14	Auftrag zurück	R

Griffe zu 3/2		
1	Dreibackenfutter abnehmen	H
2	Dorn einstecken	H
3	Stufe wechseln	H
4	Vorschub wechseln	H

Griffe zu 3/13		
1	Dorn aus der Spindel	H
2	Dreibackenfutter aufschrauben	H
3	Support in Mitte Reit- und Spindelstock kurbeln	H
4	Drehbank von Spänen säubern	H
5	Werkzeug abliefern	H

Selbstkostenermittlung bilden die besten Hilfsmittel wissenschaftlicher Betriebsführung; sie werfen hellstes Licht auf viele Verlustquellen, viele Mängel, an denen man sonst blind vorüber gehen würde, melden zahlenmäfsig die Auswirkung dieser und jener Mafsnahme oder Unterlassung, geben die Richtpunkte für die Durchführung von Verbesserungsmafsnahmen mannigfachster Art.

Die Voruntersuchung erstreckt sich auf folgende Hauptpunkte:

a) Arbeitsvorbereitung, das ist rechtzeitige Bereitstellung von geeigneten Werkstoffen, Werkstücken und Arbeitshilfsmitteln, wie Werkzeugen, Vorrichtungen, Mefsgeräten, Zeichnungen; Förderwesen.

b) Zweckmäfsige Reihenfolge der Arbeitsgänge und Teilarbeiten: Festlegung der ersten Arbeitsfläche zwecks sicherer Einspannung bei den folgenden Bearbeitungen; Bestimmung notwendiger Zwischenprüfungen unter Voransetzung derjenigen Arbeitsgänge, bei denen am häufigsten Ausschufs entsteht oder erkennbar wird; Wahl des jeweils wirtschaftlichsten Verfahrens: Werkstück eingespannt lassen und Werkzeuge wechseln für Bearbeitung einer anderen Fläche oder Werkzeug eingespannt lassen und Werkstücke wechseln zur Bearbeitung an der gleichen Fläche; Einteilung der Arbeitsgänge mit Rücksicht auf kurze Anschlufsfristen anderer Arbeitsgänge. Man mufs z. B. in der Stangenwerkstätte das Ausschleifen der Ausschnitte in den Treib- und Kuppelstangenköpfen vornehmen, bevor die Stangen selbst durch Schleifscheibe oder Schmirgelwalze blank gemacht werden, damit die Mafse für die Fertigbearbeitung der Stangenlager und Stellkeile möglichst früh genommen werden können und letztere gleichzeitig mit der Fertigstellung der Stangen bereits einbaufertig zufliefsen können.

c) Zustand der Maschinen und Werkzeuge: Leichter Lauf, genaues Arbeiten, volle Leistungsfähigheit, richtige Wahl und Schaltung der Werkzeugmaschinen; zweckmäfsige und gute Werkzeuge und Vorrichtungen.

d) Zustand der Werkstücke: Prüfung der Bearbeitungszugaben von Giefserei und Schmiede, Zurückweisung schlecht vorgeprüfter Stücke; Härteprüfung mittels Feile oder Schlaghärteprüfer ist notwendig, um gegebenenfalls spätere Klagen über härtere Werkstücke und daraus gestellte Forderungen auf Nachtragsgedinge auf ihre Richtigkeit nachprüfen zu können.

e) Schutzvorrichtungen, Schaffung möglicher Erleichterung für den Arbeiter. Die Erhaltung der Gesundheit und Arbeitskraft der Arbeitnehmer mufs oberster Gesetz sein; das Streben nach höchster Wirtschaftlichkeit des Betriebe findet in dieser Sorge für den Arbeitnehmer nichts

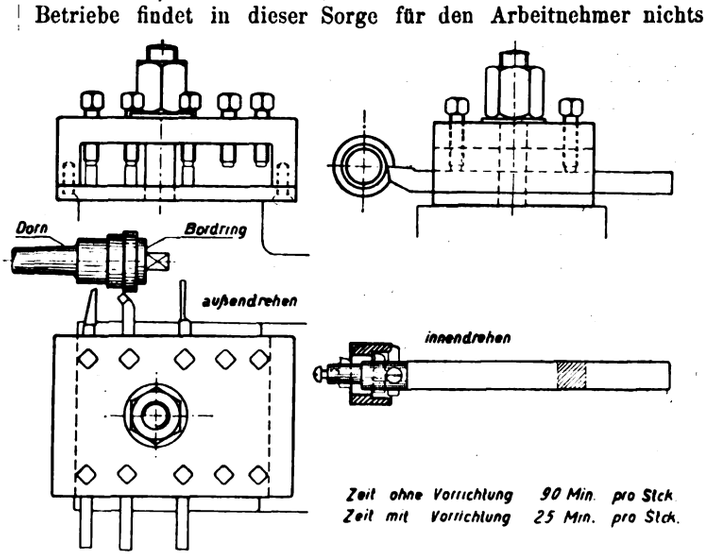
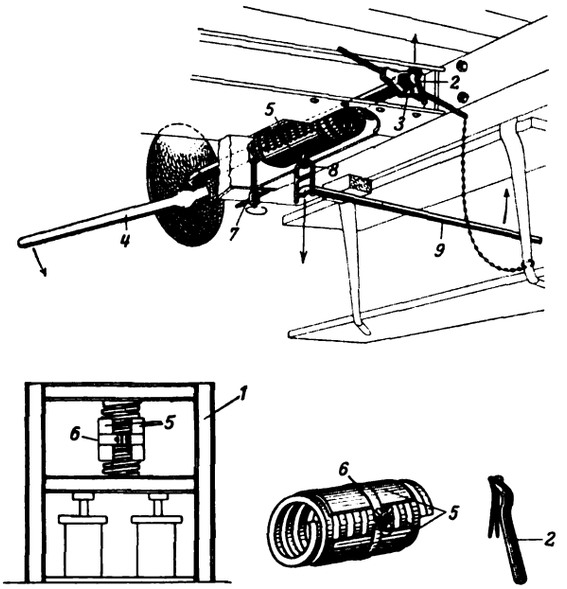


Abb. 1. Stahlhalter für Innen- und Aufsendrehen der Bordringe.

Gegensätzliches, sondern eines der erspriefslichsten Mittel zur Hebung der Leistung; daher keine Zeitaufnahme ohne peinlichste Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften! Hierin kann nie zu viel, wohl aber zu wenig getan werden. Für die notwendigen Schutzvorrichtungen an Zahnrädern, raschlaufenden Riemen, Schleifscheiben, besonders aber an Holzbearbeitungsmaschinen, mufs der Zeitaufnehmer, falls er sie nicht antreffen sollte, unter allen Umständen vor Durchführung der Zeitaufnahme Sorge tragen. Die über jede Zeitaufnahme zu fertigende Niederschrift enthält Angaben über Licht und Lüftung des Arbeitsplatzes, Schutz vor Feuer-

Digitized by Google

ausstrahlung sowie schädlichen Dämpfen, Gasen und Strahlen, z. B. bei Koksöfen oder Schweifsungen, Schutz vor Zugluft; über die Möglichkeit sitzender Arbeit, über die Verbesserung von Arbeitsgerüsten, über die Verbesserung von Schutzvorrichtungen.



1 Druckluftpresse, 2 Splintzieher, 3 Spezialschlüssel, 4 Kettenzange, 5 Federklammer, 6 Sicherungs-Stahlband, 7 offener Steckschlüssel, 8 Bügelschraube, 9 Hebeisen.

Abb. 2. Puffer ab- und anbauen.

Abb. 2, Ab- und Anbau von Ausgleichpuffern an D-Zugwagen, ist ein Musterbeispiel von Kleinarbeit für die Erleichterung von Arbeitsgängen. Der unter anderem dargestellte Splintzieher wurde aus einer Unterweisungskarte des Eisenbahnausbesserungswerkes Kaiserslautern entnommen und wegen seiner Vorzüge sofort im Eisenbahnausbesserungswerk München allgemein eingeführt. Die übrigen Anregungen stammen von einem Zeitaufnehmer des Eisenbahnausbesserungswerkes München. Die Federn können nur in zusammengepreſstem Zustande eingebaut werden; an Stelle der früher verwendeten Handspindelpresse steht heute eine einfache Druckluftpresse. Die gepreſste Feder wird durch zwei Federklammern gehalten; gegen Herausspringen wurden diesen Klammern früher durch Umwickeln mit Draht oder Strick, nunmehr durch ein leicht zu befestigendes Stahlband gesichert. Um die Federklammern nach Einbau der Feder ohne Gefahr wieder herausziehen zu können, wird eine Schraube mit Bügel in die Klammer eingeschraubt und in den Bügel ein Hebeeisen eingedrückt; damit kann der Arbeiter, seitlich stehend, ohne Gefährdung die Klammer aus der Feder herausziehen. Auf die Puffermutter wird ein Sonderschlüssel gesteckt, der sich gegen das Wagenuntergestell legt. Es kann daher ein Mann allein mittels der Kettenzange den Puffer lösen, ohne daſs eine Beihilfe zum Gegenhalten an der Puffermutter erforderlich ist.

Die Beseitigung der bei der Arbeitsuntersuchung festgestellten Mängel, die Durchführung der beantragten Verbesserungen beansprucht häufig Monate, bis die Zeitaufnahme selbst vorgenommen werden kann; denn Zeitaufnahmen auf nicht einwandfreiem Arbeitsverfahren haben wenig Zweck und Erfolg; sie sind nur im Notfalle, bei Streitigkeiten zwischen Arbeiter und Zeitschätzer als »Notzeitaufnahme« anzustellen.

Die Bedienung der Uhren, die Eintragungen in den Beobachtungsbogen sind in der »Anweisung« genau erläutert. Der Zeitaufnehmer steht am besten seitlich hinter dem Arbeiter, damit dieser nicht von seiner Tätigkeit abgelenkt wird, und zwar so, daſs Zeitbogen und Stoppuhr einerseits, Hände des Arbeiters andererseits möglichst in einer senkrechten Ebene vor ihm liegen; die Beobachtung wird dadurch erleichtert. Unterweisungen an den Arbeiter sind stets ruhig zu geben; bei Abweichungen von der bisherigen Arbeitsweise muſs man den Arbeiter sich erst wieder gut einarbeiten lassen, bevor die Zeitaufnahme fortgesetzt wird.

Jede Mithilfe des Zeitaufnehmers, und wäre es nur beim Aufheben eines Werkstückes oder Bereitlegen eines Werkzeuges ist verboten, weil diese Mithilfe später dem Arbeiter fehlt und somit falsche Gedingezeiten ermittelt würden. Die Anwesenheit des Fachmeisters ist unbedingt erforderlich, auſser es entstammt der Zeitaufnehmer dem betreffenden Werkbetrieb selbst und ist mit der Arbeitweise sehr gut vertraut. Der Arbeiter könnte sonst eine andere, unwirtschaftlichere Arbeitsweise anwenden, als sie gewöhnlich angewendet wird, und der Meister könnte hinterher einwenden, daſs gewöhnlich anders, wirtschaftlicher gearbeitet wird. Die Zuziehung des Arbeitsprüfers bei oder nach der Aufnahme ist vorteilhaft, besonders bei Arbeiten, deren Güte nicht durch Messen festgelegt werden kann, wie Spachteln, Schleifen, Lackieren, Reinigen, Sattlerarbeit und ähnlichen.

Sind mehrere Arbeiter bei einem Arbeitsgange unbedingt erforderlich, dann sind ebensoviele Zeitaufnehmer als Arbeiter einzuteilen. Kommt es dagegen bei einem Arbeitsgang nur hauptsächlich auf die Tätigkeit eines einzigen Arbeiters an (Vorarbeiters), während die übrigen dabei nur Helferdienste leisten, wie bei Schmiedearbeiten z. B., dann wird nur der Vorarbeiter aufgenommen und die Tätigkeit der Helfer bei der Auswertung des Zeitbogens berücksichtigt. Die Zeit für die betreffenden Teilarbeiten wird mit der Zahl der daran beteiligten Leute vervielfacht.

Die Arbeitsausführung mit »normaler« Kraftanspannung genügt nicht; es muſs vielmehr während der Zeitaufnahme mit »voller«, aber ständig gut durchzuhaltender Kraftanspannung gearbeitet werden. Dafür werden, wie erwähnt, 20 % Überverdienstzuschlag gegeben, der sich auch auf Maschinenzeiten und Verlustzeiten ausdehnt. Bei ermüdenden Arbeiten, wie sie namentlich in der Kesselschmiede und Feuerschmiede vorkommen, ist die Zeitaufnahme über möglichst lange Zeit, in besonders schwierigen Fällen über einen ganzen Tag auszudehnen.

Nicht selten werden absichtliche Verzögerungen der Arbeit und trotzdem Vortäuschung einer anstrengenden, fleiſsigen Tätigkeit versucht, besonders wenn der Zeitaufnehmer noch nicht dafür bekannt ist, daſs er sich nicht täuschen läſst. Dreher versuchen z. B. gerne, beim Einspannnen und Ausrichten der Werkstücke und Werkzeuge die Handzeiten künstlich in die Länge zu ziehen, mitunter bis zum fünffachen der normalen Zeit; Stähle werden häufiger geschliffen, als notwendig wäre und meist dann, wenn bereits andere am Schleifstein stehen; der Support wird viel weiter zurückgekurbelt als jeweils nötig, Stähle werden ungünstig angestellt, unnötige Messungen vorgenommen. Ein erfahrener Dreher als Zeitaufnehmer läſst sich jedoch, wenn er bereits mehrere Zeitaufnahmen hinter sich hat und damit einige Vergleichswerte besitzt, kaum mehr täuschen; auſserdem geben die »Kalkulationsblätter« *) des »Refa« (Reichsausschuſs für Arbeitszeitermittlung) eine Fülle von sehr guten Vergleichswerten. Das Zustellen der Schleifscheibe und die Einstellung auf die Schleiflänge wird langsamer und vorsichtiger vorgenommen als notwendig; Fräser verzögern mit Vorliebe das Ausrichten des Werkstückes. Ein Kniff des Schlossers ist das Arbeiten mit einer Feile, deren obere Seite gut ist, während die untere Seite stumpf gemacht wurde, so daſs trotz

*) Beuth-Verlag, Berlin.

Digitized by Google

grofsem Kraftaufwand kein merkbarer Fortschritt der Arbeit zu sehen ist. Beim Nieten mit Prefslufthämmern wird gerne während der Zeitaufnahme die Luftzufuhr, die ein abzugartiger Griff oder ein Druckhebel betätigt, nur halb geöffnet. Am meisten Gelegenheit, die Arbeit zu verzögern, haben die Feuerschmiede. Hier ist besonders auf richtiges Verhältnis zwischen Feuer- und Hammerbelastung zu achten und auch auf die Lage des Stahles im Feuer oder Schmiedeofen ein Augenmerk zu richten. In einem Falle konnte aber auch das Gegenteil beobachtet werden. Der aufgenommene Dreher arbeitete mit grofsem Eifer und einer Kraftanspannung, die er unmöglich dauernd hätte durchhalten können, nur aus dem Grunde, die unangenehme Beobachtung möglichst bald los zu werden.

Die Mitwirkung eines Mitgliedes der Betriebsvertretung oder eines von der Betriebsvertretung bestimmten fachkundigen Vertrauensmannes ist bei der Zeitaufnahme selbst notwendig. Seine Unterschrift auf dem Aufnahmebogen besagt: Der Arbeitsgang ist ordnungsgemäfs vor sich gegangen, der Arbeiter hat mit voller, aber nicht übermäfsiger Kraftanspannung gearbeitet, die Unfallverhütungsvorschriften sind voll beobachtet, alle Mafsnahmen zum Schutze des Arbeiters vollständig getroffen worden. Die Unterschrift des Betriebsratsmitgliedes auf dem Beobachtungsbogen ist am besten sogleich nach Beendigung der Zeitaufnahme zu betätigen, wenn der Eindruck über die Kraftanspannung des Arbeiters und die übrigen Vorgänge während der Zeitaufnahme noch frisch ist.

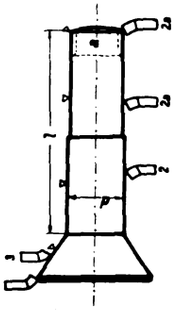
Die Maschinenzeiten können und dürfen auch errechnet werden. Auf errechnete Maschinenzeiten ist nach der »Anweisung« ein Zuschlag für Riemenschlupf zu geben, auf beobachtete Maschinenzeiten dagegen nicht. Dieser Zuschlag ist in den einzelnen Werken verschieden, je nach den Schwankungen der Transmissions-Drehzahlen. Hat man die Drehzahlen einer Drehbank bei Leerlauf der Bank ermittelt, so ist der Zuschlag für Riemenschlupf in der Regel 8 %; wurden dagegen die Drehzahlen unter Abbremsung der Bank, also bei Vollast, bestimmt, dann genügt meistens ein Zuschlag von 5 %. Zur raschen Ermittlung der Zeiten wurde vom AWF (Ausschufs für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit) eine Maschinenleistungskarte ausgearbeitet, die ein logarithmisches Netz auf ihrer Rückseite trägt, dessen Handhabung ja bekannt ist. Dieses Netz mit seinen Eintragungen der Drehzahl- und Vorschubreihen gestattet aber nur die Ablesung der Maschinenzeit für 10 mm Drehlänge. Ein bedeutend besseres Hilfsmittel ist die von Dipl.-Ing. Kronenberg, Berlin mit Skalen nach den »Refa-Kalkulationsblättern« ausgestattete Bankbestimmungstafel Kronenberg-Staufer*). Sie gibt nämlich aufserdem noch einen sofortigen Überblick über den ganzen Maschinenpark und die Eignung der einzelnen Maschinengruppen für die auszuführende Arbeit und gibt ferner ohne anderes Hilfsmittel die geeigneten Schnittgeschwindigkeiten, also Drehzahlstufen, und die zweckmäfsigen Vorschübe an.

Die durch die Schriften und Vorträge Hipplers**) erstmals in weitere Kreise gedrungene Erkenntnis von der Bedeutung des Spanquerschnittes für die wirtschaftliche Ausnützung der Drehbänke ist in allen Fällen richtig. Anders lautende Urteile beruhen auf irrigen Auslegungen. Möglichst genaues Giefsen, Schmieden, Pressen, Walzen oder Ziehen, so genau als es wirtschaftlich möglich ist, bleibt selbstverständlich Endziel. Der noch notwendige Spanabhub wird aber am wirtschaftlichsten bei möglichst grofsen Spänen erledigt, so grofsen, als es Werkstück, Maschine, Einspannung und geforderte Genauigkeit zulassen: Bei schlanken, »instabilen« Werkstücken*) können natürlich die Späne bei weitem nicht so grofs angesetzt werden, wie bei stabilen Werkstücken, aber das Gesetz: »Span so grofs, als es gut möglich ist«, hat auch für diese Gültigkeit. Zuerst den Spanquerschnitt steigern und dann erst die Schnittgeschwindigkeit! Darnach wurde beim Eisenbahnausbesserungswerk München bei allen einschlägigen Zeitaufnahmen verfahren und sehr gute Erfolge erzielt. Neuerdings veröffentlichte, ausgedehnte Versuche über Fräsarbeiten**) bestätigen auch für das Fräsen die gleichen Gesetze.

Für ähnliche, nur durch die Gröfse verschiedene Werkstücke nimmt man zwei bis drei Zeitaufnahmen vor zur Bestimmung der Handzeiten und ermittelt dann die Maschinenzeiten für die übrigen Gröfsen durch Errechnung. Auf diese Weise kann man mit wenigen Zeitaufnahmen die Stückzeiten für oft sehr viele verschiedene, aber ähnliche Werkstücke festsetzen. Abb. 3 stellt eine auf diese Weise entstandene Fertigungstabelle dar und zwar vereinigt sie Unterweisungsskizze, Unterweisung und Auswertungsauszug für sämtliche Gröfsen der dargestellten Pafsschrauben. Die Tabellen gelten für die Fertigung auf einer bestimmten Drehbankgruppe (»D 2 Z«). Die Werkzeugmaschinen sind zu Gruppen gleicher oder ähnlicher Bauarten und Schaltungen vereinigt; für alle Bänke einer Gruppe sind Schaltung und Stückzeit gleich. Arbeitsverteilung und Stückzeitbestimmung werden dadurch wesentlich erleichtert. Die dargestellten Pafsschrauben sind noch ungenormt, infolgedessen in mehreren 100 Sorten und kleineren Stückzahlen von jeder Sorte benötigt. Ankauf oder Massenfertigung kommen also vorläufig noch nicht in Betracht. Um trotzdem die Fertigung wirtschaftlich zu gestalten, werden diese Schrauben als »Dreiviertel-Fertigerzeugnis« (»80 %-Fabrikat«) auf Lager gelegt. Die Schrauben werden vorgeschruppt, an der kegeligen Fläche ganz fertiggestellt. sowie auf der Gewindeschneidmaschine mit Gewinde versehen. Bei Bedarf wird die Schraube dem Lager entnommen, die Pafsfläche in wenigen Minuten durch Schlichten fertiggestellt, und die Schraube ist einbaufertig. Durch diese organisatorische Mafsnahme werden $^3/_4$ der ganzen Arbeit in wirtschaftlicher Reihenfertigung erledigt. Um dem Dreher, der die Einpafsarbeit vornimmt, den Gang zur Richthalle zu ersparen, steht

d	Riemenlage	Umdrehungen pro Min.	Vorschub
20 - 35	2	300	0,5
36 - 50	3	200	0,5

Rüstzeit m. sämtl. Zuschlägen: 38,49.



d	l	Hauptzeit m. sämtl. Zuschlägen.		d	l	Hauptzeit mit sämtl. Zuschlägen.	
20 - 35	40	14,00		36 - 50	40	14,50	
	50	14,25			50	14,90	
	60	14,50			60	15,30	
	70	14,75			70	15,70	
	80	15,00			80	16,10	
	90	15,25			90	16,50	
	100	15,50			100	16,90	
	110	15,75			110	17,30	
	120	16,00			120	17,70	
	130	16,25			130	18,10	
	140	16,50			140	18,50	
	150	16,75			150	18,90	

Für je 10 l länger 0,25 Min. mehr. Muß Fläche a angedreht werden beträgt die Zeit: HZ + 1,50

Für je 10 l länger 0,40 Min. mehr. Muß Fläche a angedreht werden beträgt die Zeit: HZ + 1,60

Abb. 3. Schrauben vordrehen.

Arbeitsgang: 1 Kopf überdrehen und absetzen,
2 Länge überdrehen,
2a Gewindeschaft drehen und Kante brechen,
3 Konus drehen.

*) „Gufsstahl, Schnellstahl oder Stellit?" in „Maschinenbau" 1924, Heft 28. „Schwierigkeiten bei der Ausnützung der Drehbänke und ihre Überwindung" in „Das Eisenbahnwerk" 1925, Heft 20.

**) Hippler, „Die Dreherei und ihre Werkzeuge" I. Band, Berlin 1923, Verlag Springer.

*) Hegener, Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten, Verlag Springer. Berlin.

**) „Die Metallbearbeitung mittels Walzenfräser" in „Maschinenbau" 1926, Heft 12.

Digitized by Google

in der Richthalle in der Nähe der Rahmenbearbeitungsstände eine Drehbank nur für solche Paſsarbeiten. Seither entfällt der angeführte V_2-Zuschlag von zehn Minuten für den Gang zur Richthalle. Auf ähnliche Art ist die Einpaſsarbeit für eine Reihe weiterer Ersatzstücke geregelt. Bolzen werden mit der zugehörigen Buchse fertigbearbeitet auf Vorrat gelegt, nur der Auſsendurchmesser der Buchse weist eine Zugabe für den Schlichtspan zum Einpassen auf. Wollte man für diese Flächen Abnützungsstufen einführen, wie sie bei anderen Ersatzstücken vorteilhaft sind, so hätte man zwar Reihenarbeit für die gesamte Fertigung solcher Teile, aber den wirtschaftlich weit überwiegenden Nachteil ungeheurer Lagerbestände.

Für die Zeitermittlung bei Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter bringt Abb. 4 ein vor einigen Jahren aufgenommenes Schulbeispiel. (Die Selbstanfertigung von Kuppelmuttern ist inzwischen längst als unwirtschaftlich aufgegeben worden.) Das Gewindeschneiden besorgten zwei nebeneinander stehende Gewindeschneidmaschinen mit je einer Spindel. Man läſst zuerst die Maschine I allein bedienen und führt die Zeitaufnahme durch, dann die Maschine II allein; das Ergebnis trägt man graphisch auf Streifen auf unter

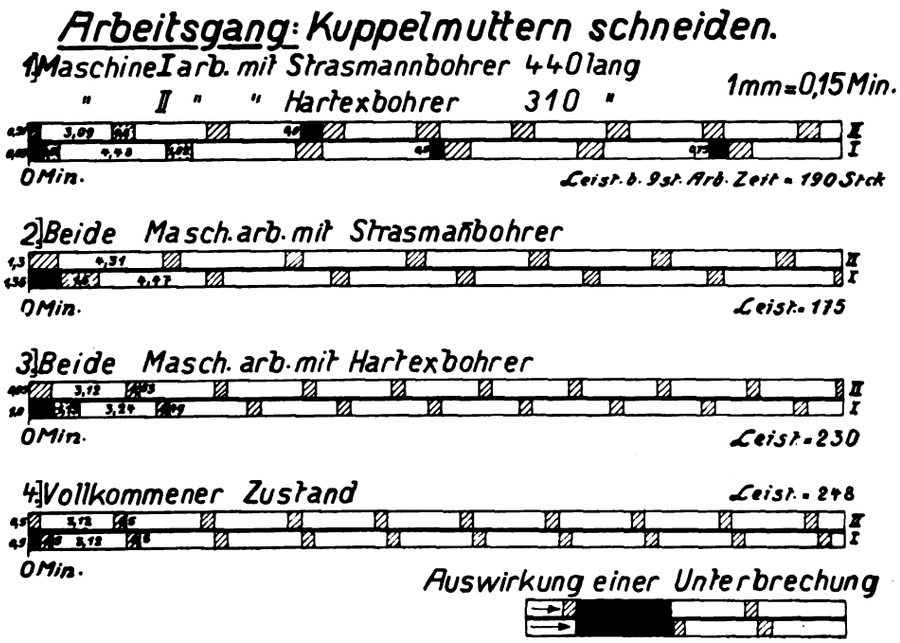


Abb. 4. Bedienung von 2 Maschinen durch 1 Arbeiter.

scharfer Hervorhebung der reinen Maschinenzeiten. Dann legt man die beiden Streifen so nebeneinander, daſs die Handzeiten an der einen Maschine zusammenfallen mit den Maschinenzeiten der anderen und umgekehrt. Dieser Fall ist günstig. Ungünstig wird das Ergebnis, wenn die Handzeiten für beide Maschinen teilweise zusammenfallen, weil dann die eine Maschine stillstehen muſs, ohne daſs an ihr gearbeitet wird, bis der Arbeiter die Handgriffe (meist für Werkstück umspannen) an der anderen Maschine erledigt hat. Das so ermittelte günstigste Arbeitsverfahren unterzieht man zur Nachprüfung dann einer Zeitaufnahme, bei der beide Maschinen vom gleichen Arbeiter gemeinsam bedient werden.

In Abb. 4 sind die Handzeiten schraffiert, die Felder der Maschinenzeiten weiſs. Man sieht bei der ersten Art, wo beide Maschinen mit verschieden langen Bohrern arbeiteten, an mehreren Stellen schwarze Felder: Leerzeiten der einen oder anderen Maschine. Hier muſste die eine Maschine nach Beendigung ihrer Maschinenzeit und Abschaltung warten, bis der Arbeiter mit den Handgriffen an der anderen Maschine fertig war. Bei Verfahren 3 arbeiteten beide Maschinen mit kurzen Bohrern. Anzustreben ist möglichst der vollkommene Zustand nach Verfahren 4; hier beansprucht der Arbeitsablauf auf beiden Maschinen stets gleiche Zeit; die Handzeiten an der einen Maschine folgen zeitlich unmittelbar hinter denen an der anderen Maschine; dann folgt jedesmal und regelmäſsig eine längere, reine Maschinenzeit, während der der Arbeiter ruhig nur die beiden Maschinen beobachtet.

Der Verlustzeitzuschlag V_1 muſs etwas höher angesetzt werden, als bei Einzelbedienung einer Maschine, weil die sächlichen Verluste (V_3) teilweise höher sind, z. B. für Stahl nachschleifen, Werkzeug säubern, Werkzeug wegräumen, Maschinen von Spänen säubern. Dieser erhöhte Zuschlag wird nur für die betreffende Arbeit gegeben bei gleichzeitiger Bedienung von zwei Maschinen; es ist an Hand des Verlustzeit-Sammelbogens sorgfältig zu prüfen, welche sächlichen Verluste sich verdoppeln und welche zu den Verlustzeiten rechnende Arbeiten etwa während des Laufes der einen Maschine erledigt werden können. Für persönliche Verlustzeiten oder für »Betriebsstörungen bis zu 15 Minuten Dauer« wird der Zuschlag nicht erhöht, weil diese Verlustzeiten die Zahl der auf beiden Maschinen gefertigten Stücke nur im gleichen Verhältnis vermindern wie bei Einzelbedienung. Die Frage, ob bei Bedienung mehrerer Maschinen der Arbeiter einen erhöhten Überverdienst durch besondere Zuschläge erhalten soll, was verschiedentlich angenommen wird, ist grundsätzlich zu verneinen. Wenn die Bedienung mehrerer Maschinen ohne übermäſsige Kraftanspannung und technisch gut möglich ist, muſs sie normal verlangt werden. Die Verhältnisse an mehrspindeligen Einzelmaschinen oder an Maschinen, bei denen gleichzeitig mehrere Werkzeuge am Werkstück angreifen, oder an Revolverbänken mit rasch aufeinander folgenden Handzeiten oder bei Bearbeitung von Kesselfeinausrüstungen mit sehr häufigem Werkzeugwechsel sind mindestens gleich anstrengend.

Ob die Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter wirtschaftlich ist, muſs im einzelnen Falle untersucht werden. Übersteigen die dabei manchmal auftretenden Leerzeiten einen bestimmten Vomhundertsatz, dann sinkt die Ausbringung beider Maschinen zu sehr, der Anteil der unveränderlichen Kosten (Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals usw.) an den gesamten Fertigungskosten steigt zu sehr an, die Lohnersparnisse treten demgegenüber zurück; die Einzelbedienung würde zwar mehr Lohn erfordern, aber infolge der höheren Ausbringung, der besseren Ausnützung der Maschinen wird sie in diesen Fällen wirtschaftlicher. Je nach dem Anlagewert der Werkzeugmaschine und dem von ihr beanspruchten Raum schwankt dieser Grenzwert für den Anteil der Leerzeiten; meist liegt er zwischen 20 und 30 %. Die Aufzeichnung (Abb. 5), die sich auf Vordrehen von Buchsen für Speisepumpenzylinder bezieht, weist bei Maschine II erhebliche Leerzeiten (schwarze Felder!) auf; sie ist sehr schlecht ausgenützt. Da aber für diese Maschine geeignete Arbeit wenig anfällt, sie also nie besser ausgenützt werden kann, hat die Mitbedienung der Maschine II durch den Arbeiter an der Maschine I hier ihre volle Berechtigung, um so mehr als die Maschinenzeiten der beiden Maschinen so lang sind, daſs der Arbeiter unter Umständen noch eine dritte Maschine mitbedienen könnte.

Bei Hobel- und Stoſsmaschinen ist die Mehrfachbedienung in der Regel wirtschaftlich geboten. Die Fräsmaschine dagegen gestattet das Aus- und Einspannen der Werkstücke auf

Digitized by Google

der einen Seite des Aufspanntisches, während auf dessen anderer Seite gleichzeitig Werkstücke bearbeitet werden. Diese grundsätzliche Erwägung sollte viel häufiger angestellt werden; ist es doch auf diese Weise möglich, die teure Werkzeugmaschine und den Arbeiter gut auszunützen und aus dem vorhandenen Maschinenpark höchste Ausbringung zu erzielen. Man trifft daher dieses Arbeitsverfahren bei Fräsmaschinen besonders bei süddeutschen Ausbesserungswerken an, deren Bestand an Werkzeugmaschinen gegenüber den norddeutschen Werken teilweise bedeutend geringer ist. Die Abb. 6 bis 7 bringen Beispiele für derartige Ausnützung von Fräsmaschinen. Die geschmiedeten Stangenstellkeilschrauben werden zuerst zentriert und am Schaft gedreht, darauf werden sie mit dem Schaft nach unten in Fräsvorrichtungen gespannt, die je 10 Stück hintereinander aufnehmen. Vorrichtung 1 und 2 liegen nebeneinander, die Fräser bearbeiten die beiden parallelen Breitseiten jeder Stellkeilschraube; ebenso liegen Vorrichtung 3 und 4 nebeneinander, aber hinter 1 und 2. Bei Arbeitsgang 4 werden zuerst Vorrichtung 1 und 2 bepackt, dann die Fräser angesetzt und der Tischgang eingeschaltet. Während des Laufes der Maschine wird Vorrichtung 3 und 4 bepackt; wenn der Tisch so weit vorgelaufen ist, dafs die Fräser an den Werkstücken in Vorrichtung 3 und 4 angreifen, wird Vorrichtung 1 und 2 ausgepackt und neu beschickt. Sind inzwischen die Werkstücke in Vorrichtung 3 und 4 bearbeitet, dann wird der Support nach oben geschaltet, der Tisch läuft zurück, der Support wird nach unten geschaltet, die Fräser werden neu angesetzt und das Spiel beginnt von neuem. Die Zeit für den Tischrücklauf ist mit 18 Minuten entschieden zu lang, es handelt sich um eine Fräsmaschine älterer Bauart. Neuere Bauarten besitzen raschen Rücklauf und ferner die Möglichkeit, auf raschen Vorlauf schalten zu können, wenn die Fräser im Leerlauf von einem Werkstück zum nächsten, weiter entfernt aufgespannten, kommen sollen. Wie das Zeitdiagramm zeigt, hat der Arbeiter nur während der leeren Felder des unteren Streifens keine Griffe auszuführen und lediglich die Maschinenarbeit zu beaufsichtigen. Noch günstiger verlaufen Arbeitsgang 5 und 6 (Abb. 7). Zur Bearbeitung des runden Keilrückens werden die Stellkeilschrauben zunächst zwischen zwei Körnerspitzen genau ausgerichtet; die eine Körnerspitze ist federnd ausgebildet, so dafs mit einem einzigen Griff das Werkstück richtig sitzt; zum folgenden Festspannen dienen zwei seitlich angebrachte Spannschrauben. Der Arbeitsgang »Fräsen der schrägen Keilseite« ist aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich. Die Gedingezeit für die gesamte Bearbeitung einer Stellkeilschraube sank von 4,55 Stunden bei früherer Herstellung auf dem Kurzhobler auf 0,45 Stunden, also um 90 % der früheren Zeit. Weiterhin entfällt jede Nacharbeit mit der Feile, da der Fräser glatte Flächen herstellt im Gegensatz zu den feinen Hobelriefen des Schneidstahles. Die Anregungen zu diesen und verschiedenen anderen, später beschriebenen Vorrichtungen stammen ebenfalls von einem Zeitaufnehmer.

Aus den Zeitstudien, vor allem aus der bereits beschriebenen Arbeitsuntersuchung fliefsen teils eine Unzahl Anregungen zur Durchführung organisatorischer oder technischer Verbesserungen, teils wird zur Durchführung solcher Verbesserungen selbst die Arbeitsstudie als Hilfsmittel mit Erfolg herangezogen. Eine der wichtigsten Ordnungsmafsnahmen in gröfseren Werken ist die Regelung des Förderwesens. Hierfür sind folgende Richtlinien aufzustellen:

a) Einschränkung der Förderungen, Verkürzung der Förderwege durch Aufstellung der Maschinen und Arbeitsplätze im Arbeitsflufs; diese sogenannte »Zweckaufstellung« von Werkzeugmaschinen gegenüber der früher ausschliefslich üblichen »Artaufstellung« fand in den letzten Jahren auch in den Ausbesserungswerken mehr und mehr Anwendung*).

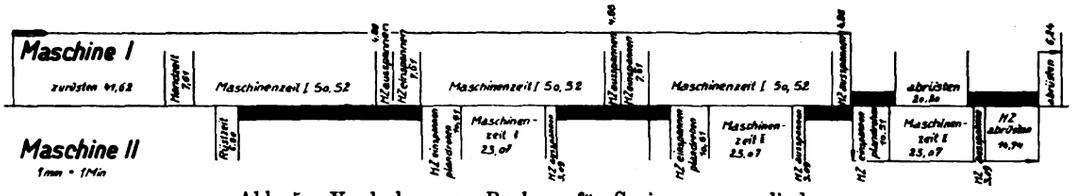


Abb 5. Vordrehen von Buchsen für Speisepumpenzylinder.

Werkzeugmaschinen, Lagergiefsereien, Schweifser-Arbeitsplätze werden mitten in Schlosserwerkstätten hineingelegt; Maschinen für planmäfsig festgelegte Anpafsarbeiten finden in der Richthalle Aufstellung. Weiterhin läfst man, so gegensätzlich es zunächst klingt, die auszubessernden Fahrzeuge durch die Richthallen wandern, von Sonderstand zu Sonderstand. Der

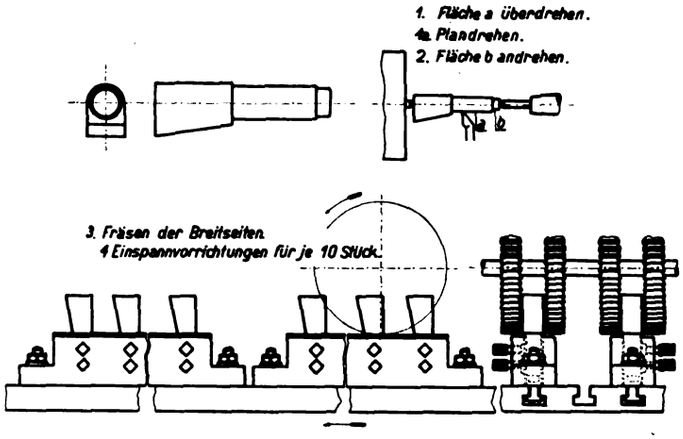


Abb. 6. Drehen und Fräsen von Stellkeilen.

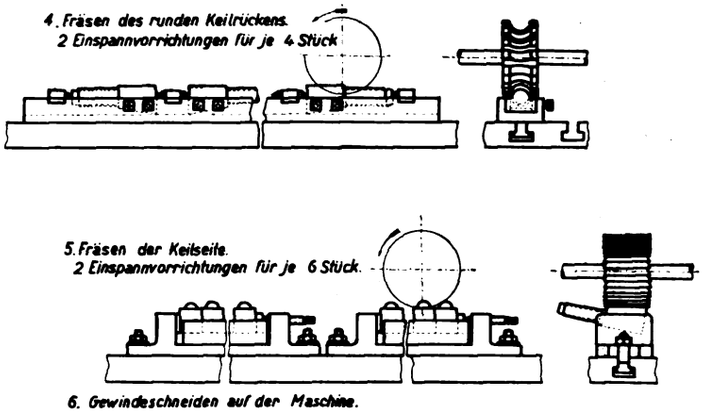


Abb. 7. Drehen und Fräsen von Stellkeilen.

Aufwand für das Verschieben der Fahrzeuge wird durch zahlreiche Vorteile**) reichlich gelohnt. Vor allem brauchen die bisher fliegenden Sondergruppen ihren Platz kaum mehr zu wechseln; das teilweise ziemlich schwere Werkzeug bleibt

*) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotiv-Ausbesserungswerke", Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelges. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1926. Ferner verschiedene Aufsätze in „Das Eisenbahnwerk"; „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" 1925, Heft 19 und 22.

**) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotiv-Ausbesserungswerke". „Die Entwicklung der Arbeitsorganisation in den Lokomotiv-Richthallen in „Eisenbahnwerk" 1926, Heft 17.

Digitized by Google

am Arbeitsplatze; Rahmenmefsgeräte, Rahmenbearbeitungsmaschinen, Zylinderausbohrapparate, hydraulische Abpreifsanlagen, Nieterhitzer, Schweifsmaschinen, Arbeitsgerüste sind nicht mehr bald da, bald dort benötigt, sondern nur an wenigen, aber hochwertig ausgerüsteten Sonderständen vorhanden. Die Vorteile dieser Arbeitsorganisation sind so erheblich, dafs die vorhergehende Entwicklungsstufe der Richthallenarbeit heute als weit überholt gelten kann.

b) Einschränkung der Förderungen von Werkstücken zum Anreifsen oder Anpassen durch Übermittlung von Mefslisten oder eingestellten Lehren.

c) Vermeidung von Umladungen durch Förderung in Sammelkästen, Verwendung von Ladegestellen.

d) Ersatz der menschlichen Förderarbeit durch motorische Arbeit: Elektrokarren, Elektroschlepper, Motorschlepper, Verladekrane mit Ölmotor- oder Dampfbetrieb, Elektroflaschenzüge.

e) Regelung der Förderungen nach Zeit und Weg durch Förderfahrpläne.

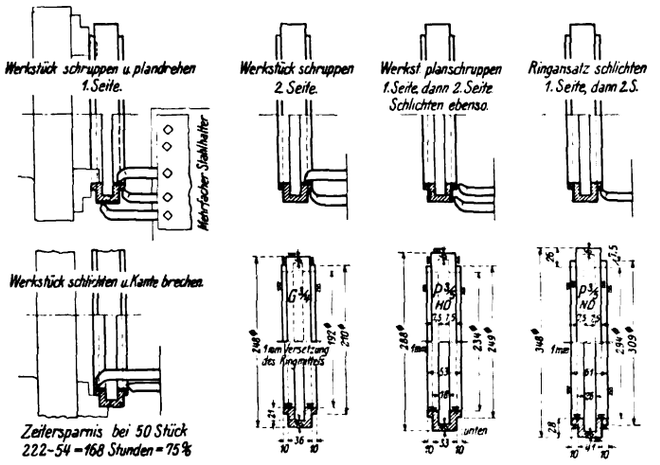


Abb. 8. Fertigung: Tragringe, G 3/4 P 3/5 HD, P 3/5 ND.

f) Trennung der Förderarbeit von der Verladearbeit; Ladearbeiter bleiben am Ort.

g) Verbindung des Fristwesens mit dem Förderwesen; mit der Stundenfrist für Abbau und Instandsetzung bestimmter Fahrzeugteile wird gleichzeitig die fahrplanmäfsige Förderung dieser Teile (Fahrtnummer) nach und von den Instandsetzungswerkstätten festgesetzt. Diese Einführung der Lokomotivabteilung des Eisenbahnausbesserungswerkes München hat sich sehr gut bewährt.

Weiterhin sind von gröfster wirtschaftlicher Bedeutung die Mafsnahmen zur Durchführung von Reihenarbeit, sei es bei der Instandsetzung, sei es bei der Fertigung. Abb. 8 zeigt einen Mehrfachstahlhalter, Bauart Ecker, München, in Verwendung bei der Fertigung von Schiebertragringen. Die Drehstähle müssen beim ersten Werkstück genau eingestellt werden; sind sie einmal eingestellt, dann bearbeiten sie das Werkstück jeweils gleichzeitig an zwei bis drei Flächen, aufserdem entfällt für die folgenden Werkstücke das Messen zum Ansetzen der Stähle. In Abb. 9 ist für diese Fertigung der Anteil von Rüst- und Hauptzeit an der gesamten Stückzeit dargestellt. Beim früheren Arbeitsverfahren betrug die Rüstzeit 0,5 Stunden, die Hauptzeit für ein Stück 2,6 Stunden; beim neuen Arbeitsverfahren steigt die Rüstzeit auf 2,6 Stunden an, die Hauptzeit dagegen sinkt auf eine Stunde. Für Einzelfertigung wäre also das alte Verfahren vorzuziehen, während bei Reihenfertigung das neue Verfahren bedeutend wirtschaftlicher ist; die Bearbeitung von zehn Stück Schiebertragringen kostet statt 45 Stunden nur noch 12,9 Stunden. Mit Rücksicht auf die möglichste Niedrighaltung der Lagerbestände mufs und kann man sich in der Regel auf kleinere Reihen beschränken. Auch bei diesen verteilt sich die Rüstzeit bereits auf so viele Stücke, dafs ihr Anteil an der ganzen Fertigungszeit gegenüber den Verhältnissen bei Einzelfertigung bereits erheblich kleiner wird.

Zur Ermöglichung der Reihenarbeit trägt am meisten die Normung der Fahrzeugteile bei, die aber naturgemäfs nur langsam vor sich geht und nur langsam sich auswirken kann. Den besonderen Verhältnissen der Instandsetzungsarbeit tragen dabei zwei Verfahren Rechnung: Die Einführung von planmäfsigen Abnützungsstufen einerseits, von Dreiviertelfertigerzeugnissen andererseits. Vor- und Nachteile des einen oder anderen Verfahrens müssen im einzelnen Falle geprüft werden.

Eine wichtige organisatorische Mafsnahme zwecks Durchführung von Reihenarbeit bei der Instandsetzung ist die Einrichtung von Austauschlagern mit möglichst einfacher Verrechnung. Ohne diese Einrichtung wurde die Instandsetzung entweder einzeln und mit grofsem Kostenaufwand

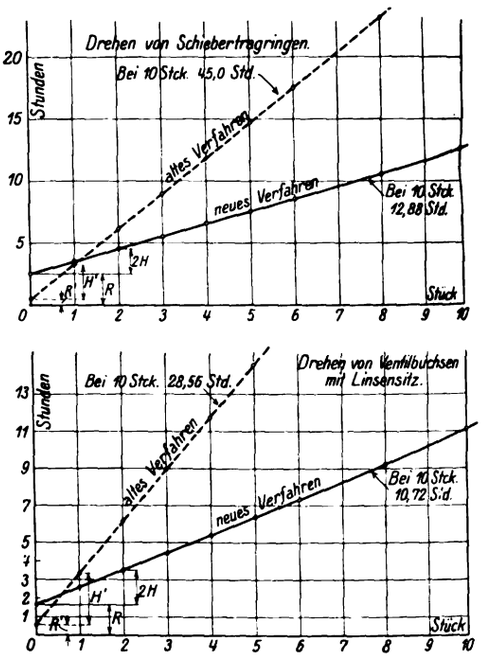


Abb. 9. Anteil der Rüst- und Hauptzeit an der gesamten Stückzeit.

vorgenommen oder es wurden die Teile mit Einlieferzettel an das Stofflager eingeliefert, von dort in gröfseren Reihen zur Instandsetzung gegeben, die ausgebesserten Teile bei Bedarf mit Verlangzettel entnommen. Letzteres Verfahren führte zwar zur Reihenarbeit, war aber sehr umständlich. Es gab Meistereien in Wagenabteilungen, bei denen täglich 200 bis 300 Verlangzettel ausgefertigt werden mufsten. Aufserdem kann der Altwert der eingelieferten Teile schwer und niemals zutreffend angegeben werden, ebenso der Wert der ausgebesserten Teile. Das Verrechnungsverfahren der Austauschlager des Eisenbahnausbesserungswerkes München ist viel einfacher*). Der Arbeiter, sei es Handwerker, sei es Förderarbeiter, erhält beim Austauschlager ohne jeden Zettel gegen Abgabe eines schadhaften Stückes ein gleiches ausgebessertes Stück, er hat nur die Auftragsnummer des Fahrzeuges anzugeben. Die Aufschreibungen über die für die einzelnen Fahrzeuge ausgetauschten Teile führt das Austauschlager selbst in einfachster Form in Heften. Die Teile werden von dort in Reihen zur Aufarbeitung gegeben; die Kosten für die Aufarbeitung werden

*) „Austauschlager in Lokomotiv- und Wagenrichthallen" in „Das Eisenbahnwerk" 1926, Heft 27.

Digitized by Google

von der Selbstkostenermittlung (Betriebsbuchhaltung) genau erfaſst; die durchschnittlichen Instandsetzungskosten der für das betreffende Fahrzeug ausgetauschten Teile werden dem Fahrzeug angelastet. Diese Verrechnung ist bedeutend einfacher und trotzdem genauer, da die Instandsetzungskosten einwandfrei festgestellt werden können, während der Wert der eingelieferten schadhaften Stücke einerseits, der ausgebesserten andererseits nie genau angegeben werden kann. Der Hauptzweck dieser Austauschlager ist, wie angeführt, die Ermöglichung von Reihenfertigung bei der Instandsetzung. Der zweite Grund zu ihrer Einführung, Erzielung kurzer Ausbesserungsfristen für die Fahrzeuge, spielt im Wagenbau eine bedeutend gröſsere Rolle als bei der Lokomotivausbesserung. Bei letzterer müssen viele Teile im Austauschlager nur gehalten werden zwecks Ermöglichung der wirtschaftlichen Reiheninstandsetzung, ohne daſs sie aber zum Zwecke der Fristenkürzung benötigt wären.

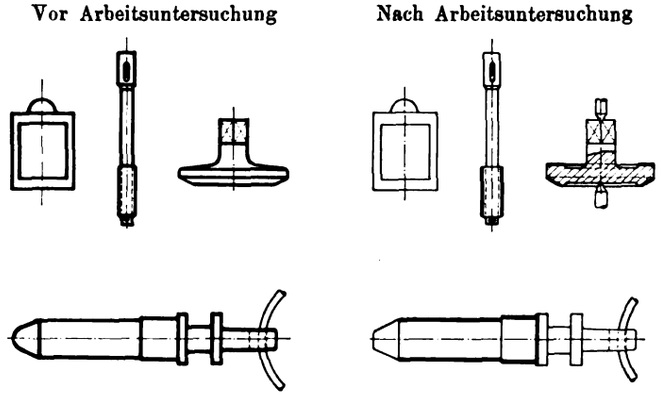
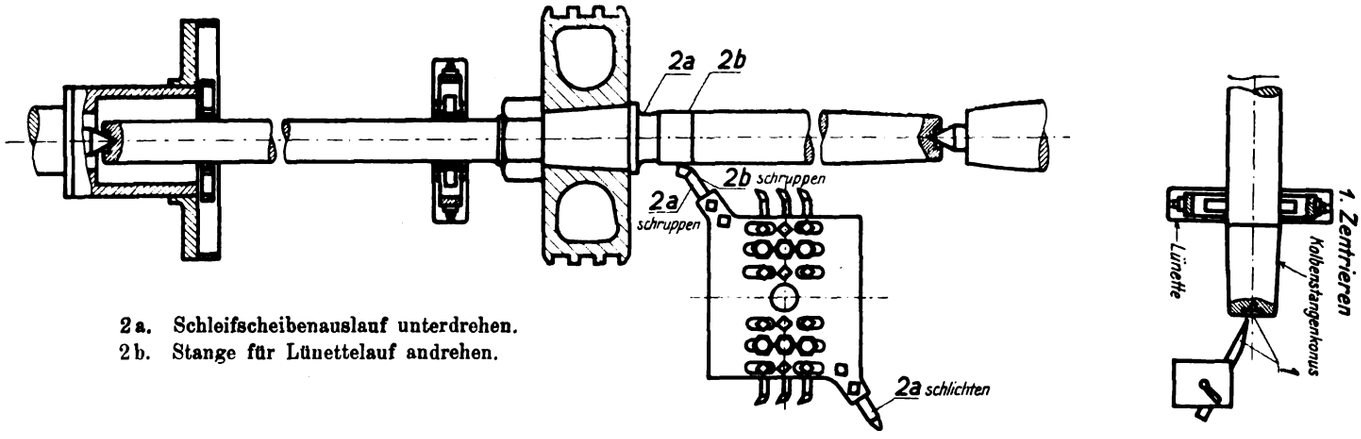


Abb. 10. Weglassen unnötiger Bearbeitung.

Unerläſslich für wirtschaftliche Arbeiten bei Fertigung und Instandsetzung sind brauchbare, handliche Werkzeichnungen. Die von den Fahrzeugbaufirmen früher gelieferten Zeichnungen sind für wirtschaftliche Fertigung durchweg ungeeignet. Das Format ist viel zu groſs; es kann doch unmöglich nach Zeichnungen von 0,7 m × 1 m oder gar 0,7 m × 2 m in Werkstätte oder gar Schmiede gearbeitet werden. Sämtliche Teile sind ineinander geschachtelt und mit einem Gewirr von sichtbaren und unsichtbaren Kanten und zahlreichen Maſslinien dargestellt. Das Lesen und Verstehen derartiger Zeichnungen kostete auch dem geübten Handwerker häufig mehr Zeit als die Fertigung der Teile selbst. Das Fehlen von Bearbeitungszeichen rächte sich vielfach stark in den Fertigungskosten für die Teile. Für unnötige Bearbeitungen wurden bereits bei den Fahrzeuglieferern groſse Summen vergeudet, man kann ruhig sagen: Millionen, die der Volkswirtschaft verloren gingen und die Konkurrenzfähigkeit der Fahrzeugfirmen gegenüber dem Auslande sicher geschwächt haben. In Abb. 10 deuten die stark ausgezogenen Linien bearbeitete Flächen an, die dünnen unbearbeitete. Die abgebildeten Teile »Vor Arbeitsuntersuchung« befanden sich so an neugelieferten Fahrzeugen. Einen Federbund, der doch dick mit Farbe angestrichen wird, auſsen zu hobeln ist höchst unvernünftig. Der abgebildete Kuppelbolzen ist unten zugespitzt, damit er sich leichter in das Kuppelgehäuse einführen läſst. Er fand sich, sauber konisch gedreht, die Rundung sogar nach Schablonen sauber kugelig gedreht, vor. Das Weglassen solcher unnötiger Bearbeitungen verbilligt die Fertigung mitunter ganz erheblich. Dafür können und müssen dort, wo es wirklich darauf ankommt, die Anforderungen auf Genauigkeit erhöht und durch gute Werkzeuge und Lehren auch erfüllt werden. Die Lieferung von Werkzeichnungen in handlicher Gröſse, Format Din A 3 oder A 4, mit einzeln herausgezeichneten Einzelteilen, mit Bearbeitungszeichen und Toleranzangaben, mit allen für die Fertigung benötigten Maſsen, mit Angabe der Bezugskanten oder Bezugsflächen, ist eine grundsätzliche Voraussetzung für wirtschaftliches Arbeiten jeder Werkstätte.

Der Vorrichtungsbau mit seinen zahlreichen Hilfsmitteln zur Verbilligung der Arbeit unter gleichzeitiger Erhöhung der Genauigkeit*) findet auch bei der Instandsetzungsarbeit ein Feld zur erfolgreichen Betätigung, wie einige Beispiele dartun sollen. Der Mehrfachstahlhalter in Abb. 11 und 12 dient für die Instandsetzung von Kolbenstangen und Kolbenkörpern. Die Kolbenstange wird mit Lünette gestützt und zunächst zentriert, darauf zwischen Spitzen genommen und eine Lauffläche für die Lünette hergestellt, sowie der Schleifscheibenauslauf für das spätere Schleifen unterdreht. Nach dem Wenden des Werkstückes wird der Schleifscheibenauslauf auf der anderen Seite des Kolbens unterdreht und dann gleichzeitig mit drei Stählen, deren Abstand voneinander verstellt werden kann, die linke Seite, dann die rechte Seite der drei Nuten für die Kolbenringe nachgedreht. Die bei Arbeitsgang 4 und 5 genommenen drei Späne sind nur ganz feine Schlichtspäne; da jedoch der Druck der Schneiden das Werkstück an einem gröſseren Durchmesser, also mit einem gröſseren Hebelarm angreift als der Mitnehmer, so muſs für besonders kräftige Mitnahme gesorgt werden, wie sie der im Bild nur angedeutete »Hochkraft-Kapselgelenkmitnehmer, System Klehe« gut besorgt. Die Gedingezeit wurde von sechs Stunden auf 2,5 Stunden verkürzt.



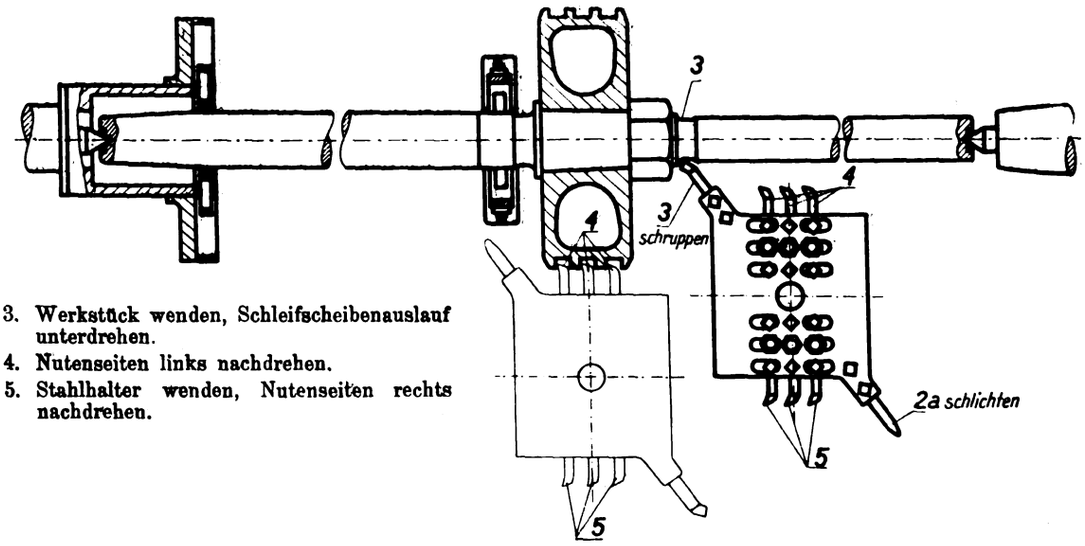
2a. Schleifscheibenauslauf unterdrehen.
2b. Stange für Lünettelauf andrehen.

Abb. 11. Über- und Unterdrehen von Kolbenstangen. Nachdrehen von Kolbennuten.

*) Bussien und Friedrich, „Vorrichtungsbau", Lich, „Der Vorrichtungsbau"; Dr. Reindl, „Spanabhebende Werkzeuge"; Scheibe-Tuloschinski u. a.

Digitized by Google

Eine Vorrichtung einfachster Bauart zum Drehen kugeliger Flächen an Lukenpilzen oder Dichtungslinsen, hauptsächlich verwendet zum Nacharbeiten solcher Flächen bei Reihen-instandsetzung, gibt Abb. 13 an. Am Spindelstock, senkrecht unter der Spindel, und am Support der Drehbank ist je ein einfaches Lager angeschraubt, das dauernd an der Bank bleibt. Mit Hilfe von zwei Einsteckbolzen wird zwischen diesen beiden Lagern als Drehpunkten ein Lenker angebracht, dessen Augenentfernung dem gewünschten Kugelhalbmesser gleich ist.



3. Werkstück wenden, Schleifscheibenauslauf unterdrehen.
4. Nutenseiten links nachdrehen.
5. Stahlhalter wenden, Nutenseiten rechts nachdrehen.

Abb. 12. Über- und Unterdrehen von Kolbenstangen. Nachdrehen von Kolbennuten.

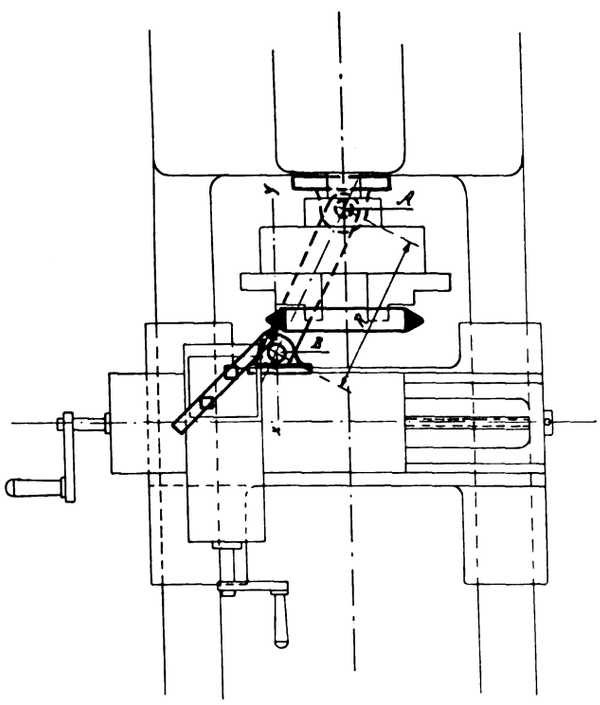


Abb. 13. Vorrichtung zum Linsendrehen.
Bedingungen:
1. R = Kugelradius.
2. A = senkrecht unter Spindelmitte.
3. Punkt B und Stahlspitze senkrecht über x y.

Die Einsätze der Zylindersicherheitsventile (Abb. 14 und 15) mufsten früher zum Nachdrehen und Schleifen des Ventilsitzes a und des Linsensitzes b aus dem Gehäuse herausgeschraubt werden; dabei wurden die Einsätze häufig verdrückt und dadurch unbrauchbar. Aufserdem nahm das Herausnehmen und Wiedereinsetzen jeweils zehn Minuten in Anspruch. Die abgebildeten Expansionsdorne ermöglichen einwandfreies Nacharbeiten der Sitze, ohne dafs die Einsätze herausgenommen werden müssen. Zur Bearbeitung des Ventilsitzes a wird Dorn 1 in den Einsatz geschoben und durch Drehen des geschlitzten, mit Gewinde versehenen Aufsenkegels c festgeklemmt. Nun wird der Dorn in den Spindelstock einer Drehbank geschraubt und die Bearbeitung kann mühelos vor-

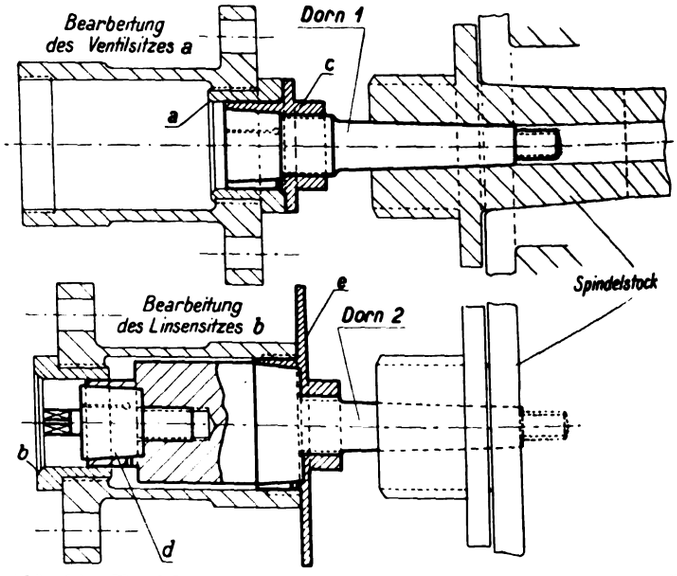


Abb. 14. Vorrichtung zum Bearbeiten der Zylinder-Sicherheitsventile.

genommen werden. Bei Bearbeitung des Linsensitzes b wird Dorn 2 verwendet. Durch Festdrehen der Kegel d und c wird ein einwandfreier, zentrischer Sitz des Ventils erzielt. Zum Einschleifen des Ventilkegels von Hand dient der Expansionsdorn in Abb. 15.

Bei Fertigung der Reinigungsschrauben am Lokomotivkessel (Abb. 16) wurde früher an jeder einzelnen Lokomotive die nachgeschnittene Öffnung am Kessel mit Lochzirkel und Schiebelehre gemessen, der Bolzen auf der Drehbank einzeln gefertigt und in die Reinigungsöffnung eingepafst. Diese Einzelfertigung war zeitraubend und unwirtschaftlich. Die Reinigungsschrauben wurden daher genormt und nach Abnützungsstufen

Digitized by Google

unterteilt, so dafs immer der vorhergehende, abgenützte Bolzen auf die nächst kleinere Stufe nachgedreht werden kann.

In dem abgebildeten schwenkbaren Mehrfachstahlhalter werden ein Zentrierstahl, drei Schruppstähle, drei Stahlhalter für Gewindeschneidstähle, zwei Abstechstähle eingespannt und damit auf einer Drehbank mit Leitlineal zum Kegeleldrehen jeweils drei Reinigungsschrauben gleichzeitig gefertigt.

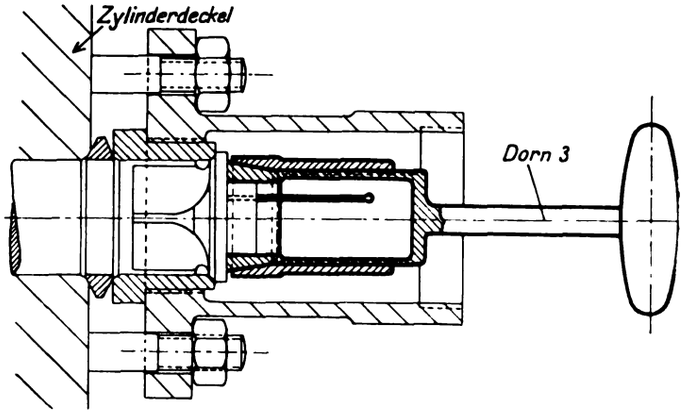


Abb. 15. Einschleifvorrichtung für Zylindersicherheitsventile.

Damit der Arbeiter am Kessel ohne umständliches Messen der Öffnung die benötigte Gröfse der Reinigungsschraube sofort ersieht, wurden Schablonen gefertigt, die in die Bohrung eingeführt werden und auf deren Skala die benötigten Gröfsen ohne weiteres abgelesen werden können (Abb. 16, Skizze 1). Eine entsprechende Gegenschablone befindet sich im Austauschlager, so dafs ohne weiteres die benötigten Schrauben ausgegeben werden können.

Abb. 17 zeigt die Anwendung einer Mefsvorrichtung für Treib- und Kuppelachslager. Die Achslagergehäuse mufsten früher zum Anreifsen des Lagermittelpunktes in den Lokomotivrahmen eingebaut werden; dort wurden die Lagermittel (»Kuppelmafs«) durch den Stangenzirkel oder durch die Vermefslineale mit den darauf angebrachten Urmafsstrichen festgelegt. Ein- und Ausbau, sowie Förderung der schweren Achslagergehäuse erforderten grofsen Zeitaufwand. Die dargestellte Vorrichtung zum Anreifsen dieser Lager, Bauart Plank-München, gestaltet den Arbeitsgang viel einfacher und wirtschaftlicher: der Anreifsstand ist ortsfest bei der Achslagersondergruppe. Das Achslagergehäuse wird von rückwärts her in die Vorrichtung eingeschoben und mit den Einspannbacken 3, von denen die rechte durch das Handrad 8 zugespannt werden kann, festgespannt. Die linke, feststehende Backe 3 vertritt dabei den Achslagergleitbacken am Rahmen; ihre Spannfläche ist Bezugsfläche für die Messung. Durch die Spanneisen 4 wird das Achslagergehäuse gegen die Stirnflächen der Spannbacken gedrückt. Nun wird der Mefsschieber 6 auf die Einstellmarke für die betreffende Lokomotivgattung an der Mefswelle 5 eingestellt. Die in der Rahmenmefsliste übermittelten Abweichungen vom Normalmafs »m« werden durch Feineinstellung mittels Nonius entsprechend berücksichtigt und hierauf mittels Mefslineal 7 und dem daran befindlichen Stangenzirkel das Achslagermittel durch Kontrollkreis angezeichnet.

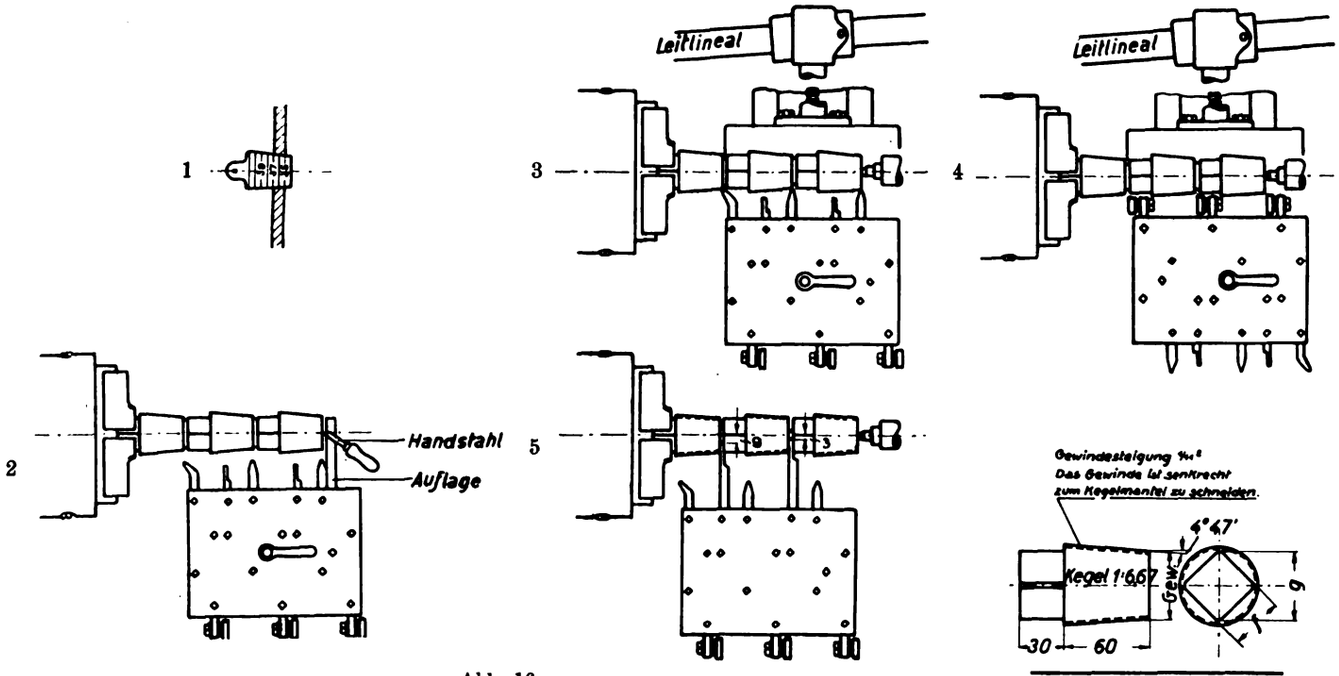


Abb. 16.
Fertigung: Reinigungsschrauben.
1. Feststellung der benötigten Gröfsen.
2. Zentrum anbohren.
3. Werkstück überdrehen.
4. Gewinde schneiden.
5. Abstechen.

Gew.	f	g	Mod.-Nr.
35	32	42	11003
37	32	42	
39	36	48	11004
41	36	48	
43	36	48	11005
45	36	48	

Die richtige Höhenstellung des Lineals, bzw. Zirkels wird durch ein am Lineal verschiebbar angeordnetes Anschlagklötzchen erreicht. Die Stärke des Lageraufgusses an der Stirnfläche wird mit Mefsklötzchen, die auf der Spannbacke 3 gleiten, angerissen.

Digitized by Google

Die Vorrichtungen in Abb. 18 sind ebenfalls bei der Achslagersondergruppe in Verwendung. Beim Genaugiefsen des Lagermetallausgusses in Lagerschalen für Treib- und Kuppelachslager kann zwar genaue zylindrische Form der Lauffläche des Lagers erzielt werden, aber die Achse dieses Zylinders liegt in den meisten Fällen nicht parallel zur Gleitfläche der Rotgufsgleitsohlen. Zur Erreichung dieser parallelen Lage ist dann beim Aufpassen häufig übermäfsig grofser Zeitaufwand für Schaben notwendig. Wirtschaftlicher als das sogenannte »reine Genaugiefsen« ist daher ein möglichst genaues Ausgiefsen mit nachfolgender Wegnahme eines Spanes von höchstens 1 mm Tiefe. Bei guten Einspannvorrichtungen einer Achslagerbohrmaschine, deren »Bezugsfläche« die Gleitfläche der Rotgufssohlen bildet, kann richtige Lage der Lagerlauffläche gewährleistet werden, so dafs die Nacharbeit mit dem Schaber entfallen kann.

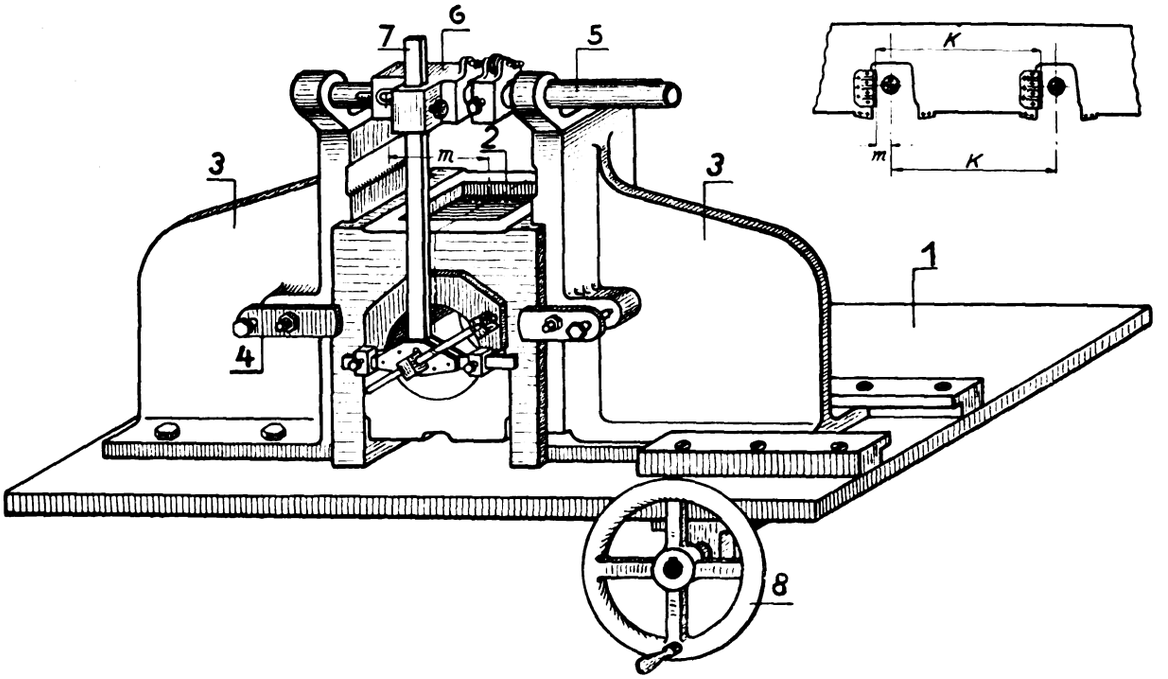
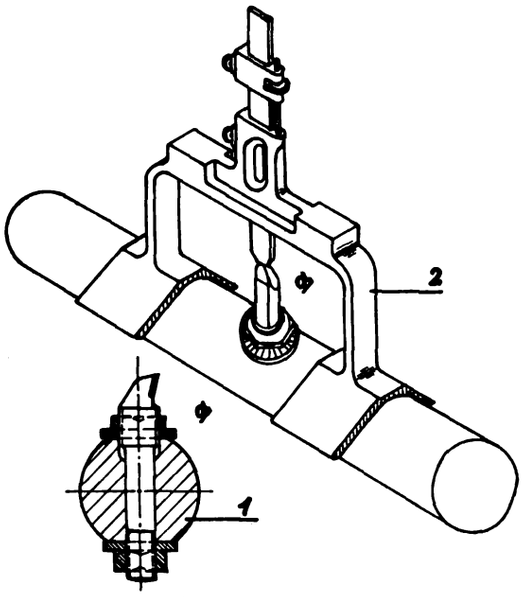


Abb. 17. Mefsvorrichtung für Treib- und Kuppel-Achslager-Gehäuse.
1. Grundplatte. 2. Achslagergehäuse. 3. Spannbacken. 4. Spanneisen. 5. Mefswelle mit Einstellmarken. 6. Mefs-Schieber mit Nonius. 7. Lineal mit Stangenzirkel. 8. Einspann-Vorrichtung.



Schnitt $\Phi - \Phi$
Abb. 18. Einstellen der Achslagerbohrstähle.

Das Einstellen der Ausbohrstähle geschieht in vielen Werken durch Ansetzen des Stahles und öfteres Messen der ausgedrehten Bohrung mit Lochzirkel und Schiebelehre, wozu jedesmal die Ausbohrbank stillgesetzt werden mufs. Einwandfreies Einstellen ist mit den genannten Mefswerkzeugen nicht möglich.

Wie aus Skizze 1 der Abb. 18 ersichtlich, ist nunmehr der Ausbohrstahl selbst mit $^1/_{20}$ mm Genauigkeit verstellbar. Sein Schaft ist zylindrisch und mit Schiebesitz in einer zylindrischen Bohrung der Bohrwelle gut geführt. An beiden Enden mit metrischem Gewinde versehen, kann er durch zwei mit Teilung versehene Muttern bequem in seiner Längsrichtung verschoben und auf den genauen Bohrdurchmesser eingestellt werden.

Geprüft wird die richtige Stahleinstellung mittels der Mefsvorrichtung nach Skizze 2. Das Mefsgerät wird auf die Bohrwelle aufgesetzt, der Mefsschieber mittels Feineinstellung und $^1/_{20}$ mm-Nonius auf den genauen Durchmesser der herzustellenden Bohrung eingestellt und über die Bohrstahlspitze hinweg gependelt. Der leicht zu verstellende Bohrstahl mufs die Schneide des Mefsschiebers gerade berühren.

Aber nicht nur bei der maschinellen Bearbeitung, sondern auch in den übrigen Werkstätten lassen sich mit zweckmäfsig gebauten Vorrichtungen Einsparungen an Arbeitszeit und Kosten, die mitunter ganz beträchtlich sind, erzielen. Das Reinigen von Radsätzen, Drehgestellen und Lokomotivrahmen, das anderswo mit Schrubbern und Putzlappen unter grofsem Zeitaufwand besorgt wird, geschieht beim Eisenbahnausbesserungswerk München in einer eigenen Abspritzanlage. Heifswasser von 60 bis 70° Temperatur wird mit Kreiselpumpe auf 12 bis 14 at Druck gebracht und gegen die angeführten Teile gespritzt. Ein Lokomotivrahmen wird auf diese Weise von zwei Mann in drei Stunden sehr sauber gereinigt, während für die Reinigung von Hand 50 bis 60 Gedingestunden bezahlt werden mufsten.

Digitized by Google

Die Anlage wird seit einiger Zeit auch zur Vorreinigung der ganzen Lokomotiven vor dem Einbringen in die Werkstätte benützt, dabei auch Rauchkammer und Feuerbuchse gründlich gesäubert. Der Vorteil gröſserer Reinlichkeit in der Richthalle bei den Abbauständen und rascheren Arbeitens der Schlosser, die Schrauben, Bolzen und Muttern nicht erst unter einer dicken Schmutzkruste frei legen müssen, macht diese Maſsnahme reichlich bezahlt.

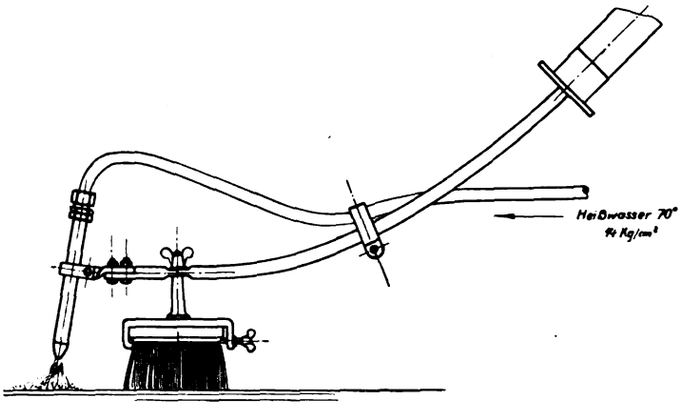


Abb. 19. Reinigen von Verschalungsblechen.

Zum Reinigen von Bekleidungsblechen waren früher zwei Mann benötigt. Der eine besorgte das Abspritzen mit Spritzschlauch, während der andere die eben bespritzte Stelle mit der Schrubberbürste bearbeitete. Durch die gewiſs recht einfache Vorrichtung in Abb. 19 kann ein Mann allein dieses Reinigen besorgen, wodurch eine Zeitersparnis von 44 % gegenüber dem früheren Verfahren erreicht wird. Es wurde einfach an dem Schrubber mittels Schellen ein Spritzschlauch samt Düse befestigt; die Zufuhr des Heiſswassers kann am Verteilungsstück geregelt werden.

Während man zum Auſsenreinigen von Personenwagen seit längeren Jahren bereits Spritzapparate mit Bürste verwendet, wird das Innenreinigen der Wagen mit einem Waschpinsel vorgenommen, den der Arbeiter in einen Eimer mit Seifenwasser taucht, um damit Wände und Decken abzuwaschen. Das viele Bücken und Wiederaufrichten des Arbeiters bringt Zeitverlust, auſserdem tropft ein Teil des Seifenwassers ab, bevor der Pinsel zur Decke kommt; ferner wird das Seifenwasser im Eimer durch das öftere Eintauchen des schmutzig gewordenen Pinsels sehr rasch unbrauchbar und muſs weggeschüttet werden.

Bei dem Waschapparat in Abb. 20 sind diese Mängel beseitigt. Er besteht aus einem Behälter für die Seifenwasserlösung, die durch Druckluft in ein Steigrohr und von da über ein T-Stück in zwei Schläuche gedrückt wird. Am Ende eines jeden Schlauches ist ein Waschpinsel befestigt. Die Flüssigkeit wird den Pinselborsten durch die Bohrung des Pinselstieles und eine Düse zugeführt. Ein in der Schlauchleitung angebrachter Regulierbahn dient zum genauen Einstellen der zuzuführenden Flüssigkeitsmenge. Zum Nachwaschen des Wagens wird reines Wasser verwendet und die Schlauchleitung zu diesem Zweck an die vorhandene Wasserleitung angeschlossen. Die erzielte Zeitersparnis beträgt 55 %.

Das Fördern der Lokomotivradsätze von der Richthalle zur Abspritzerei und Räderwerkstätte ohne maschinelle Hilfsmittel ist sehr umständlich und zeitraubend, besonders bei den groſsen Kropfachsen von vierzylindrigen Lokomotiven, zu deren Fortbewegung drei bis vier Mann erforderlich sind. Zur Förderung mittels eines Lokomotors dient die Vorrichtung in Abb. 21. An diesem mit Benzolmotor angetriebenen Fahrzeuge, das sich beim Eisenbahnausbesserungswerk München sehr gut bewährt hat, wurden zwei einfache Rollen federnd angebaut. Diese schieben die ganze Radsatzgruppe vor sich her, wobei die infolge der Gegengewichte auftretenden Stöſse von den Rollen federnd aufgefangen werden. Durch Verwendung einer Kette können die Radsätze auch gezogen werden.

Arbeitserleichternd wirken auch Spannvorrichtungen für Zerlegung und Zusammenbau häufig vorkommender Werkstücke, für die das gebräuchliche Einspannwerkzeug, der gewöhnliche Schraubstock, oft schlecht geeignet ist. So ist das Ein- und Umspannen der Steuerventile der Westinghouse-Luftbremse im Schraubstock nicht nur umständlich und zeitraubend, sondern es besteht auch die Gefahr, daſs die Steuerventile beim Lösen der festsitzenden Schrauben aus dem Schraubstock fallen, weil sie nur an einem kleinen Segment des Flansches gefaſst werden können. Die Vorrichtung in Abb. 22 behebt diese Mängel; das Ventil wird in eine Grundplatte eingeschoben und durch einen Riegel mit Anzugschraube am Herausfallen gehindert. Ein schwenkbarer Hebel, der in der Höhenrichtung durch Schraubspindel verstellt werden kann, verhindert das Herabfallen des Ventilunterteiles nach Lösung der Flanschschrauben. Die ganze Vorrichtung kann um 90°

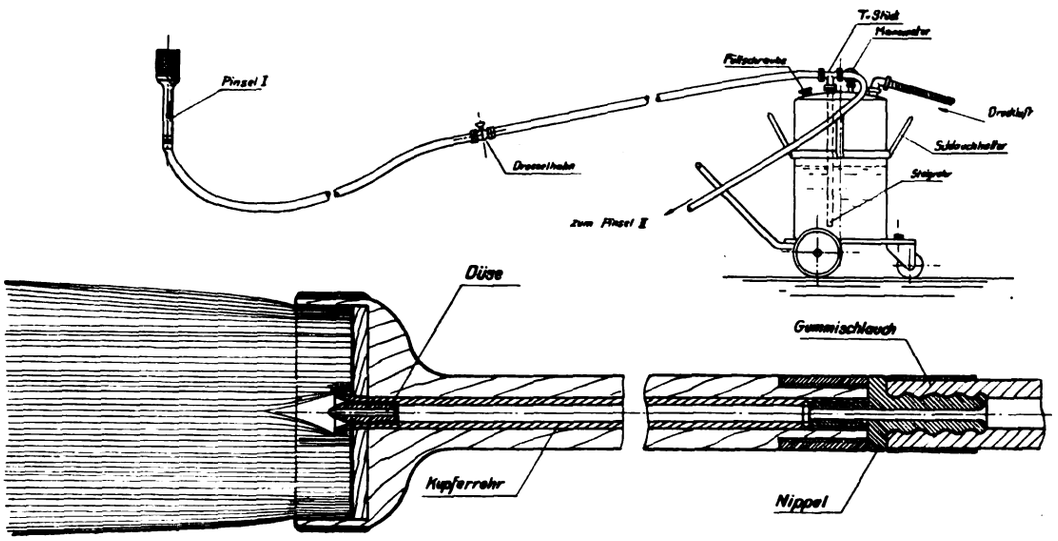


Abb. 20. Wagen-Waschapparat.

Digitized by Google

gekippt werden, so dafs das Ventil von allen Seiten zugänglich ist.

Ebenso ist für Zerlegung und Zusammenbau der meisten Kessel-Feinausrüstungsteile der Schraubstock unzweckmäfsig:

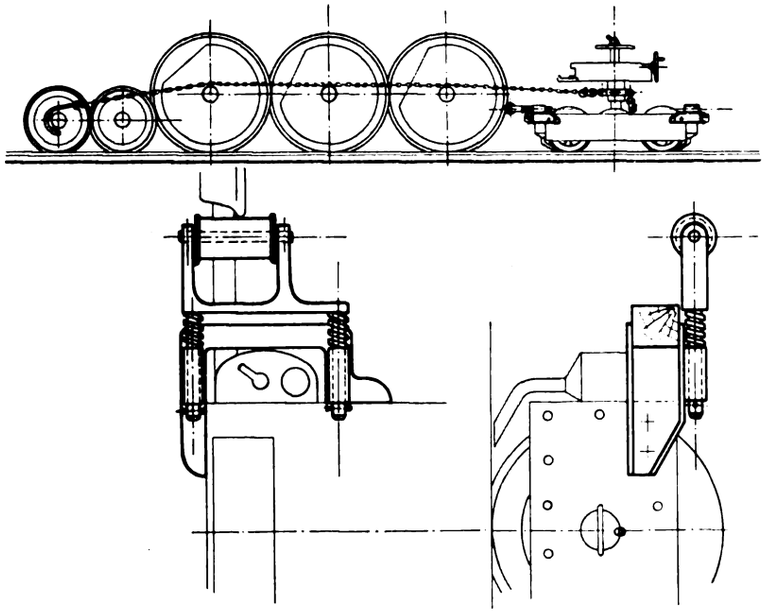


Abb. 21. Fördern von ganzen Radsatzgruppen.

Schwere Teile können nur an einem kleinen Segment des Flansches gefafst werden, Ausgleiten und Herausfallen der schweren, sperrigen Teile gefährdet den Arbeiter; durch den einseitigen Druck werden verschiedene Teile öfters undicht

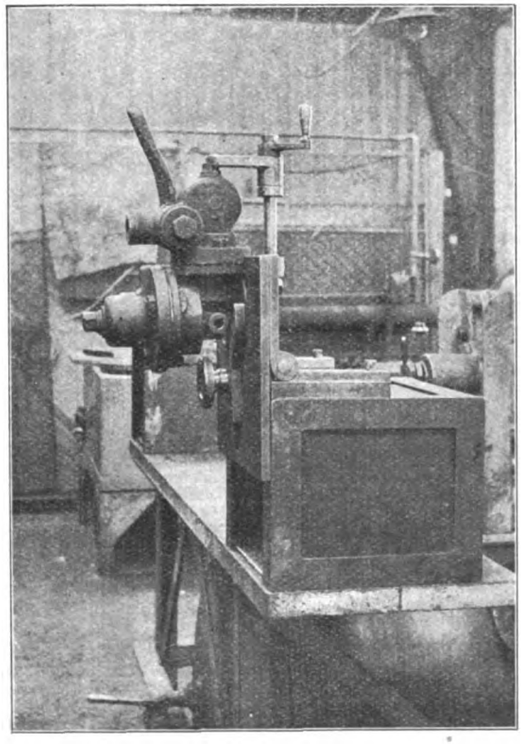


Abb. 22. Werkbank für Steuerventile.

und unbrauchbar; die schweren Teile müssen öfters umgespannt werden, wozu ein Helfer benötigt wird; die Stellung der Werkstücke ist teilweise ungeeignet, so dafs umständliche und zeitraubende Griffe nötig werden.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet daher die vom Eisenbahnausbesserungswerk München (Werkmeister Plank) ausgeführte Werkbank für Kessel- und Rahmen-Armaturen (Abb. 23), ein Meisterstück fruchtbringender Kleinarbeit in der Durchforschung von Arbeitsgängen. Sie ist mit verschiedenen, sehr zweckmäfsig und schnell zu bedienenden Spannvorrichtungen ausgestattet; die benötigten Schraubenschlüssel sind, wie auf dem Lichtbild gut erkennbar ist, sorgfältig ihren Sonderzwecken angepafst und mit Kurbelgriff versehen. Die Gedingezeit für das Zerlegen der ganzen Feinausrüstung eines grofsen Kessels konnte von 20 Stunden auf sieben Stunden gekürzt werden. Eine weitere Kürzung ergibt sich durch Reihenarbeit infolge Austauschbaues. Die abgebauten Feinausrüstungen kommen ins Austauschlager und von dort in Aufträgen von vier bis acht gleichen Stücken zur Zerlegung und weiteren Instandsetzung. Die Normung dieser heute noch geradezu unglaublich mannigfachen Teile wird sowohl die Bestände des Austauschlagers verringern können, als auch die Stückzahlen der Instandsetzungsaufträge gleicher Teile weiterhin erhöhen, beides zum Zwecke weiterer Arbeitsverbilligung.

Wie die im vorstehenden angeführten Beispiele beweisen, sind die Möglichkeiten und Hilfsmittel zur Verbesserung der Arbeitsgänge im einzelnen wie ihres Zusammenhanges, der Werkorganisation im ganzen, sehr zahlreich und verschiedenartig. »Es gibt nichts, was nicht noch wirtschaftlicher gestaltet werden könnte«. Dementsprechend grofs sind die bei zielbewufster Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien zu erreichenden Ersparnisse an jährlichem Lohnstundenaufwand. Die Übersicht 2, sowie Abb. 24 bis 26 bringen dafür Belege auf

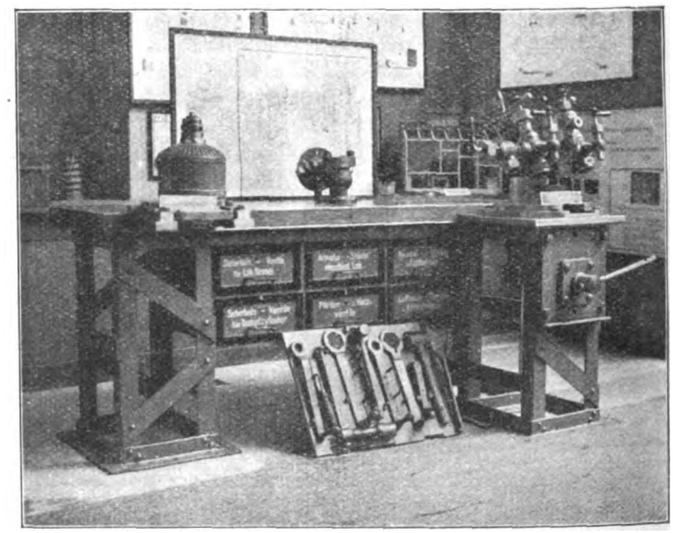


Abb. 23. Werkbank für Kessel- und Rahmenarmaturen.

Grund abgeschlossener Zeitaufnahmen. Es sind die Gedingezeiten für die der Zeitaufnahme unterzogenen Arbeitsgänge verglichen, wie sie an einem festen Stichtag, nämlich dem Tag der Einführung der Zeitaufnahmen, am 1. Oktober 1924, gewährt wurden und wie sie nunmehr, nach Zeitaufnahme bewilligt werden. Die Zeitermittlung durch Schätzung hatte vor Einführung des Zeitstudienverfahrens in den Jahren 1923 und 1924 Herabminderung der Gedingezeiten fast gar nicht mehr oder nicht in nennenswertem Umfange vorgenommen und auch nicht vornehmen können, weil ein einwandfreies Verfahren der Zeitfestsetzung in Streitfällen fehlte. Mit Beginn der Zeitaufnahmen durch besonders ausgebildetes und hinsichtlich Prüfung der Arbeitsgänge

Digitized by Google

und Verlustzeiten besonders geschultes Personal ergaben sich naturgemäfs für die Zeitschätzung sicherere Unterlagen, als sie vorher vorhanden waren, ferner Anhaltspunkte und Musterbeispiele für Zeitenberechnungen. Auf Grund dieser Vergleichsmöglichkeiten konnten auch die Zeitschätzer nunmehr die von ihnen auf Grund der Schätzung bewilligten Gedingezeiten

Übersicht 2. Zeitaufnahmen vom 1. 7. bis 15. 9. 25.

Eisenbahnausbesserungswerk München.

Fertigungs-Gegenstand	Arbeitsgang	Jährlicher Anfall in München	Gedingezeit vor der Zeitaufnahme	Gedingezeit nach der Zeitaufnahme	Ersparnis in jährlichen Stunden	Ersparnis in %	Bemerkungen
	Übertrag . .		52204	31194	21010	40,3	
7/8" niedr. Mutter	fräsen	4000	1332	1100	232	17,3	A
Schieberringe G 3/4	abstechen, egal. und eindrehen	800	1120	350	770	68,7	A
Stellkeilschrauben für Treibstangen S 3/5 ND und HD P 3/5 HD	drehen	800	1120	356	764	68,0	A W
Abschlufs für Dampfheizleitungen	drehen u. Gewindeschneiden	500	1290	580	710	55,0	A
Bolzen	drehen	3890	4120	767	3353	81,4	A
Zwischenringe für Kolbenschieber	drehen	490	2245	656	1589	70,6	A
Ausgleichpuffer	ab- und anbauen	500	955	525	430	46,0	A/W
Kastenbekleidung von 4-achsigen Personenwagen	abbiechen	60	3480	2013	1467	42,0	O/W
Lokomotivabbau, teilweise G 3/4	abbauen	70	2345	1195	1150	49,0	A
Desgl. P 3/5 HD	abbauen	30	1260	578	682	54,2	A
Einsätze für Kesselspeiseventile G 3/4, P 3/5	drehen	300	420	208	212	50,5	A
Stehbolzen wechseln	—	67600	53737	34511	19226	35,4	O/W
Wagen reinigen der Polsterabteile	—	374	30879	18802	12077	39,1	O
	Summa . .		156507	928'5	63672	40,7	

Bemerkungen: A = Änderung des Arbeitsganges, O = Ordnung des Arbeitsganges, W = Weitere Verbesserung bereits eingeleitet.

nachprüfen und, wo nötig, berichtigen. Das wurde auch fast überall durchgeführt, die Gedingezeitkürzungen lagen zwischen 10 und 15 %. Weil diese Berichtigungen der früher zu hoch gegebenen Gedingezeiten ohne die Einführung von Zeitaufnahmen nicht möglich gewesen wären und aufserdem die Zeitstudien eine ganze Reihe von mittelbaren Anregungen zur an Lohnstunden jährlich wiederkehren, ist der dargestellte Verbesserung von Arbeitsgängen gebracht haben, deshalb ist eine statistische Erfassung ihrer mittelbaren und unmittelbaren Einflüsse nur durch Vergleich mit einem festen Stichtag möglich. Die von den Betriebsabteilungen, teils aus eigenem Antrieb, teils in eifriger Mitarbeit vorgenommenen Verbesserungen der abgestoppten Arbeitsgänge sind in dieser Statistik mit enthalten. Abb. 25 und 26 zeigen für verschiedene, beliebig herausgegriffene Arbeitsgänge die vor Einführung von Zeitaufnahmen ziemlich unveränderten Gedingezeiten vom 1. Oktober 1923 und 1. Oktober 1924, die Kürzung der Gedingezeiten durch den Zeitschätzer bis zur Zeitaufnahme selbst und die Änderung des bewilligten Stundenaufwandes nach der Zeitaufnahme. Die letzteren Kürzungen sind, wie erwähnt, hauptsächlich infolge der Verbesserungen der Arbeitsverfahren so durchgreifend. Ähnliche Entwicklung der Gedingezeiten im Laufe der letzten Jahre zeigen sämtliche übrigen bisher durchforschten Arbeitsgänge.

Abb. 24 zeigt die Ersparnisse aus Zeitaufnahmen eines Eisenbahnausbesserungswerkes in den ersten neun Monaten nach Einführung; während die Ersparnisse oder auch Minderausgaben

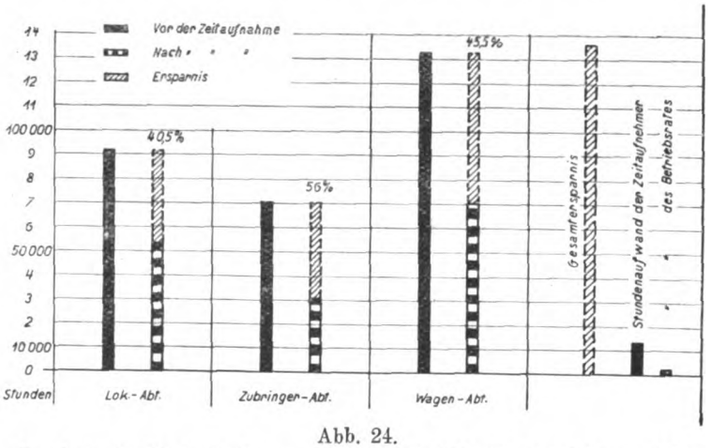


Abb. 24.
Ergebnis der Zeitaufnahmen vom 15. Mai 1925 bis 15. Februar 1926.

Stundenaufwand der Zeitaufnehmer und des während der Zeitaufnahme anwesenden Betriebsratsmitgliedes nur einmal notwendig.

Der höhere Vomhundertsatz der Erparnisse bei den aufgenommenen Arbeitsgängen in der Zubringerwerkstätte gegenüber den Richthallenarbeiten ist vor allem auf die heutige Reihenarbeit bei Neuanfertigung und Instandsetzung gegenüber der früher üblichen und früher auch nicht anders möglichen Einzelfertigung zurückzuführen. Dieses in den meisten Werken beobachtete Ergebnis verhältnismäfsig höherer Ersparnisse aus Arbeitsumstellungen und Zeitaufnahmen in den Zubringerwerkstätten infolge planmäfsiger Weiterausgestaltung der Reihenfertigung ist besonders bemerkenswert. Die Einführung der kurzen Fristen für die Fahrzeugausbesserung hat die Zahl der früher benötigten Stände in den Richthallen wesentlich abgesenkt. Es können daher den Richthallen, abgesehen von der Platzgewinnung für günstiger liegende Stofflager und Austauschlager, mehr Fahrzeuge zur jährlichen Ausbesserung zugewiesen werden und unwirtschaftlich arbeitende, ältere Werke aufgelassen werden. Die in Fachschriften verschiedentlich verbreitete Ansicht, dafs die Zubringerwerkstätten nunmehr im Verhältnis zu den Richthallen zu knapp bemessen seien, trifft vielfach nicht zu. In den mechanischen Werkstätten lassen sich durch Reihenfertigung, ferner durch das günstigere Anwendungsgebiet für wirtschaftliche Vorrichtungen ungleich

Digitized by Google

höhere Leistungssteigerungen erzielen als in den Richthallen; aufserdem tritt durch den Ankauf genormter Teile einerseits, die Verlegung der Maschinen für reine Pafsarbeiten in die Richthallen andererseits eine wesentliche Entlastung ein.

Die Frage, wo Zeitaufnahmen in erster Linie anzusetzen sind, läfst sich kurz beantworten: wo der gröfste wirtschaftliche Erfolg zu erwarten ist. Innerhalb des Zusammenarbeitens der sogenannten fünf bis sechs »Mutterwerke« für jedes Arbeitsgebiet unter einem »führenden Werk«, das die besten Arbeitsgänge feststellt, durchprüft und zur Vervielfältigung dem Dezernat für wissenschaftliche Betriebsführung bei der Reichsbahndirektion Berlin vorschlägt, sind vor allem zu untersuchen: Arbeiten, die sehr häufig wiederkehren, ferner Arbeiten mit hoch überschätzten Gedingezeiten, Arbeiten der wertvollen Maschinen, besonders neueren, gröfseren Maschinen, aufserdem Arbeiten, deren Zeitenkürzung die Abkürzung wichtiger Fristen zur Folge hat.

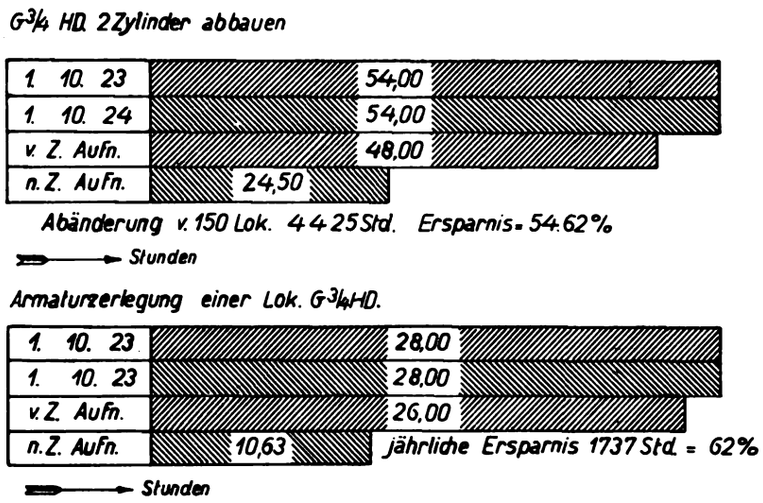


Abb. 25. Erfolge der Zeitstudien.

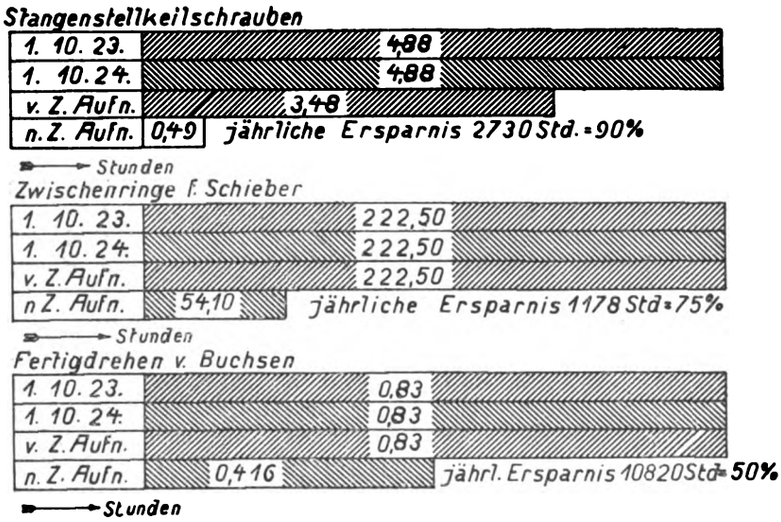


Abb. 26. Erfolge der Zeitstudien.

Die Einführung der Zeitaufnahmen begegnete vielfach anfangs gröfseren Schwierigkeiten bei Belegschaft und Werkbeamten. »Ich kann mir nicht vorstellen, dafs bei meiner Abteilung mit Zeitaufnahmen viel erreicht werden könnte; es ist doch alles so in Ordnung, dafs kaum viel zu verbessern ist, aufserdem haben wir doch mit Instandsetzungsarbeiten zu tun, nicht mit Neufertigung; die Arbeiten sind also viel zu verschieden, als dafs mit wissenschaftlicher Betriebsführung Nennenswertes zu erreichen wäre.« Diese häufig zu hörende Ansicht ist wohl heute überall aufgegeben worden. Die Widerstände von Seiten einzelner Meister, für welche die eine oder andere Niederschrift zur Zeitaufnahme gerade kein Ruhmesblatt darstellte, haben meist einem verständigen und teilweise sogar sehr regen Mitarbeiten Platz gemacht. Die beharrliche Verfolgung wirtschaftlicher Ziele, von der abgeraten wurde, weil »man doch tagelang schon darüber beisammen gestanden und Tag und Nacht darüber nachgedacht, aber nur das Unmögliche eingesehen habe«, liefs die Ziele erreichen und die Gegnerschaft nicht nur verstummen, sondern allmählich auch zu eifriger Mitarbeit, teilweise zu selbständiger Weiterarbeit mitreifsen.

Die Belegschaft erkannte nach wenigen Monaten in dem Zeitaufnahmeverfahren ein Mittel zu richtiger Festsetzung von Gedingezeiten, das unbeirrt von der Parteien Gunst oder Mifsgunst rein sachlich arbeitete und als wichtigstes Ziel die Verbesserung der Arbeitsverfahren verfolgte. Die anfangs öfters gestellten Anträge auf Wiederholung von Zeitaufnahmen verschwanden bald, nachdem bei solchen Wiederholungen fast durchwegs weitere kleine Kürzungen der Gedingezeiten, jedenfalls aber keine Erhöhung sich ergab. Die Zusicherung, dafs die durch die Stoppuhr festgestellten Gedingezeiten fest bleiben, solange die Verwaltung das Arbeitsverfahren nicht ändert, ohne Rücksicht auf die Höhe des später erarbeiteten Überverdienstes, hat das bei geschätzten Zeiten überall übliche Zurückhalten mit der Arbeitsleistung, wenn der Gedingeüberverdienst eine bestimmte Grenze überschreiten würde, das den Werkstättefachleuten gut bekannte »Bremsen« endlich beseitigt, wenigstens bei Arbeitern, die gröfstenteils nach abgestoppten Gedingezeiten arbeiten. Bemerkenswert ist hier ein Beispiel aus einer Kesselschmiede. Die Zeitaufnahme über die wichtigsten Kesselschmiedarbeiten, den Stehbolzenwechsel, brachte in dem betreffenden Werk eine Kürzung der Gedingezeiten um 35 bis 40 %; die von den Kesselschmieden dringend verlangte und eingehend vorgenommene Wiederholung der umfangreichen Zeitaufnahme zeigte das gleiche Ergebnis. In den nächsten Monaten schlossen die Kesselschmiede fast ohne Überverdienst ab; die Werkleitung erkannte das absichtliche Zurückhalten mit der Leistung und blieb auf Grund der einwandfreien Zeitaufnahmen allen Angriffen gegenüber fest. Als eine Kesselschmiedgruppe sich anscheinend in der Schätzung ihres Überverdienstes verrechnet hatte und mit 20 % Überverdienst aus der Reihe fiel, gaben auch die andern das »Bremsen« auf und erzielten in den folgenden Monaten teilweise Überverdienste von 30 v. H., einige sogar noch darüber.

Das letzte Beispiel, sowie die ganzen übrigen Erfahrungen beweisen, dafs Erfolge aus Arbeits- und Zeitstudien nur erzielt werden können, wenn der Werkdirektor mit allem Nachdruck die Arbeiten der Zeitstudiengemeinschaft fördert. Sorgfältige Auswahl nur der tüchtigsten Handwerker oder Meister zum Zeitaufnahmedienst ist die weitere Voraussetzung zum Erfolg.

Digitized by Google

Drehzahlveränderliche Elektroantriebe in Eisenbahnwerkstätten

mit besonderer Berücksichtigung des Stromartproblems.

Von Baureferendar v. Grundherr.

Der in steigendem Maſse zur Anwendung kommende Einzelantrieb von Werkzeug- und anderen Maschinen läſst in vielen Fällen die Wahl regelbarer Motoren wünschenswert erscheinen. Obgleich solche Einrichtungen in groſser Zahl auf dem Markte sind und sich in vielen Fällen vorzüglich bewährt haben, sind sie doch in verhältnismäſsig geringer Zahl in den Eisenbahnwerkstätten vertreten. Es mag daher die folgende kurze Zusammenstellung diese oder jene Anregung bieten.

Es gibt bekanntlich 1. Motoren mit »Hauptstromcharakteristik«, das ist mit inkonstanter, dem Drehmoment umgekehrt proportionaler Drehzahl und 2. Motoren mit »Nebenschluſscharakteristik, das ist mit einer vom Drehmoment nahezu unabhängigen Drehzahl.

Unter die erste Gruppe fallen Hebezeug- und Bahnbetriebe aller Art, von denen die letzteren also für den Werkstättenbetrieb unwesentlich aus der weiteren Behandlung ausscheiden sollen. Die Gründe für die Bevorzugung der genannten Maschinen im Kranbetrieb sind neben der besonders wichtigen hohen Anzugkraft die vom Drehmoment nur wenig abhängige Höchstleistung (bei hoher Belastung ist ja die Geschwindigkeit klein) und die rasche Bewegung kleiner Lasten. Wo immer Gleichstrom vorhanden ist, findet sich im normalen Hauptstrommotor ein geradezu ideales Antriebsmittel. Wegen der Nachgiebigkeit dieses Motors ist die Regelung hier von geringer Bedeutung; sie wird stets in einfacher, allerdings unwirtschaftlicher Art mit Hilfe von ohnehin für das Anlassen benötigten Vorschaltwiderständen durchgeführt, welche ohne besondere Zuleitungen die Möglichkeit der Fernsteuerung bieten und gleichzeitig zur Einrichtung einer Kurzschluſsbremse herangezogen werden können. Nicht so einfach liegen die Verhältnisse in Drehstromnetzen. Drehstrom-Kommutatormaschinen sind für derartig rauhe und meist ohne genügende Wartung arbeitende Betriebe wenig geeignet und zudem sehr teuer; sodann bietet ihr besonderer Vorteil, die wirtschaftliche Regelbarkeit gerade hier wenig Anwendungsmöglichkeiten. In den weitaus überwiegenden Fällen wird man daher zum normalen Drehstrom-(Asynchron)Motor mit seiner freilich unerwünschten Nebenschluſscharakteristik greifen. Seine besonderen Vorzüge sind gröſste Betriebssicherheit und Anspruchslosigkeit in bezug auf Wartung bei hohem Wirkungsgrad. Durch Regulieranlasser mit Läuferwiderständen kann sein an sich ungünstiges Drehzahlverhalten dem des Hauptstrommotors genähert und seine Anzugkraft wesentlich erhöht werden; für elektrische Fernsteuerung ist diese Regulierweise wegen der bei gröſseren Leistungen auſserordentlich hohen Läuferströme wenig geeignet. Auch die bei groſsen Belastungen auftretenden hohen Leistungsspitzen lassen sich nicht wegbringen, während die Beförderung kleinerer Lasten ohne Geschwindigkeitserhöhung vor sich gehen muſs. Endlich bilden die Bremsschaltungen im Generator- und Gegenstrombetrieb (erstere nur im übersynchronen Lauf, letztere meist zum Abstoppen) wegen ihrer Abhängigkeit vom Netz wenig Vorteile. Es zeigt sich also, daſs in einer Reihe von Fällen für schwere oder besonders umfangreiche Kran- und Schiebebühnenanlagen, sowie Drehscheiben die Schaffung besonderer Gleichstromnetze vorteilhaft werden kann; für Einzelzwecke, wie Hubmagnete, Spannplatten und Ladeeinrichtungen ist diese Stromart ohnehin unentbehrlich. Dennoch wird namentlich in allen kleineren Betrieben unbeschadet mancher Nachteile der anspruchslose Drehstrommotor oftmals die bessere Lösung darstellen.

Nicht unähnlich liegen die Verhältnisse bei der zweiten Gruppe von Antrieben, in der wir die Maschinen mit nahezu unabhängiger Drehzahl zusammengefaſst haben. Die Motoren dieser Art kommen als Gruppen- und Einzelantriebe für sämtliche Werkzeugmaschinen gröſserer Leistung fast ausschlieſslich in Frage. Wo Drehstrom vorhanden ist und keine Regelbarkeit verlangt wird, stellt der Asynchronmotor mit Kurzschluſs- oder Schleifringanker eine jeder anderen überlegene Antriebsart dar, da auch dem allein nachteilig wirkenden, besonders bei Unterbelastung auftretenden geringen Leistungsfaktor dieser Maschine heute erfolgreich entgegengearbeitet werden kann. Nur für die Drehzahlregelung ist bisher eine wirtschaftliche Lösung noch nicht gefunden. Die wirtschaftlichste Art der Drehzahlbeeinflussung durch Spannungsänderung ist wegen der quadratischen Rückwirkung auf das Drehmoment fast immer undurchführbar. Auch Regulierung durch Frequenzverschiebung ist bis heute kaum ausgeführt, dagegen sind polumschaltbare und gleichzeitig oder allein durch Läuferwiderstände regelbare Motoren immerhin zur Anwendung gekommen. Beide Methoden stellen freilich eine Art Notbehelf dar, da erstere (allein verwendet) nur wenige grobe Stufen gestattet und überdies neben der nachteiligen Einwirkung auf den Wirkungsgrad sehr verwickelte Schaltapparate erfordert, letztere einen der Drehzahländerung proportionalen Energieverlust und hier unerwünschte Abhängigkeit der Drehzahl vom Bremsmoment mit sich bringt. Die seit einigen Jahren herausgekommenen Drehstromkommutatormotoren mit Nebenschluſscharakteristik können zwar durch Spannungsänderung (mit Anzapftransformatoren) oder durch Bürstenverschiebung weitgehend und in wirtschaftlichster Weise geregelt werden, sind aber nicht unempfindlich und auſserordentlich teuer. In einem dem Verfasser bekannt gewordenen Einzelfall*) war der Preis einer solchen Maschine 2,5 mal so hoch als der eines in denselben Grenzen regelbaren Gleichstromnebenschluſsmotors und betrug mehr als das vierfache einer normalen Drehstrom- oder Gleichstrommaschine; hierzu kam noch als besonders ungünstiger Umstand, daſs in diesem Fall das von dem Kommutatormotor abnehmbare Drehmoment genau im Gegensatz zu den Erfordernissen des Betriebs bei der niedrigsten Drehzahl den kleinsten Wert gehabt hätte. Hier liegen bei Gleichstrom die Verhältnisse wesentlich günstiger. Schon der normale Nebenschluſsmotor lässt in den meisten Fällen durch Feldschwächung eine 20 bis 50 %ige Drehzahlerhöhung bei konstanter Leistung (also abnehmendem Drehmoment) zu. Maschinen mit eingebauten Wendepol- und Kompensationswicklungen gestatten durch Nebenschluſsregler (also Feldveränderung) eine höchst wirtschaftliche und dabei fast stetige Drehzahlerhöhung bis um 200 %. Dabei kann — dies ist für den Antrieb gröſserer Tischhobel- und Stoſsmaschinen besonders nutzbringend — die kinetische Energie einmal beschleunigter Massen bei der Abbremsung groſsenteils ins Netz zurückgeliefert werden. Während die Nebenschluſsregelung, die mit konstanter Leistung durchgeführt wird, in ihrem Regelbereich immerhin beschränkt ist, ist dies bei der Beeinflussung durch Änderung der zugeführten Spannung kaum mehr der Fall. Ihre Änderung durch Anker-Vorschaltwiderstände herbeizuführen ist hier aus den gleichen Gründen wie bei der Läuferwiderstandsregelung der Asynchronmotore untunlich. Schon wesentlich günstiger gestaltet sich die Regelung durch wahlweisen Anschluſs an unsymetrische Mehrleitersysteme. Dieses Verfahren ermöglicht eine gröſsere Zahl von wirtschaftlich arbeitenden Stufen, bedingt aber umfangreichere Schaltapparate. In dieser Beziehung ist die Spannungsregelung durch einen besonderen Generator, Anlaſsmaschine genannt, besonders vorteilhaft (Ward-Leonardschaltung): die Drehzahl

*) Es handelte sich um einen Radsatzdrehbank-Antrieb.

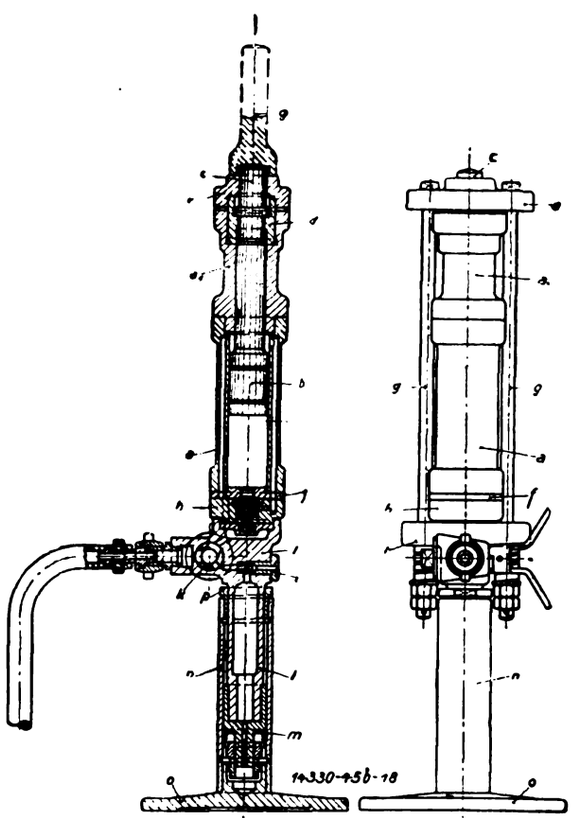
Digitized by Google

des dauernd voll erregten Motors kann mit der Spannung der Anlafsmaschine durch deren Nebenschlufsregler vom Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit fortlaufend eingestellt werden. Der gleiche Regler ermöglicht Bremsung mit Energierückgewinnung und (als Umkehrregler ausgebildet) ohne weiteres auch Rückwärtslauf. Als Nachteil der Ward-Leonardschaltung sei jedoch angeführt, dafs Motor und Anlafsmaschine nach dem gröfsten auftretenden Drehmoment und der Höchstgeschwindigkeit (entsprechend der Regelung mit konstantem Moment) bemessen werden müssen, was oft im Werkstättenbetrieb zu unerwünscht grofsen Abmessungen führt. Gleichwohl verdient diese Antriebsart eine allgemeinere Beachtung, da die Anlafsmaschine (in Verbindung mit der kleinen Erregerdynamo) durch normale Drehstrom- oder Gleichstrommotoren sowie jede beliebige andere Triebkraft angetrieben werden kann.

Da die vorstehende Besprechung der Antriebsarten die gröfsere Verwendungsmöglichkeit von Gleichstromregelmotoren dargetan hat, so sei der Aufbau der zugehörigen Netze noch kurz besprochen. Die Behandlung dieser Aufgabe darf jedoch nicht ohne Zusammenhang mit zwei anderen, heute viel erörterten Problemen, den Fragen der Phasenverschiebungs-Kompensation und der Vorwärmeausnützung in Anzapfturbinen, geschehen. Wegen der bei Gleichstrom unvermeidlichen Leitungsverluste wird man diesen nicht zentral erzeugen, sondern in den Verbrauchsmittelpunkten Synchron- bzw. Einankerumformer aufstellen, die gleichzeitig als Phasenschieber dienen. Die hierfür nötige hohe Erregung hilft gleichzeitig die Gefahr des Aufsertrittfallens bei Belastungsstöfsen beseitigen. Nach Möglichkeit wird man jedoch diese Aggregate selbst unter Inkaufnahme gröfserer Gleichstromleitungsverluste mit einer auskuppelbaren Vorwärmeturbine versehen. Derartige dampfangetriebene Umformersätze bieten eine aufserordentlich weitgehende Anwendungsmöglichkeit, da sie neben der Gleichstromerzeugung, Phasenkompensation und Vorwärmeausnützung, gleichzeitig eine gewisse Betriebsreserve darstellen. Schwieriger ist der Aufbau von Mehrleiternetzen, da die hierbei zur Anwendung kommenden Ausgleichaggregate die bei Gleichstrom unangebrachte Zentralisation erheischen. Dies und die hohen Anschaffungskosten dürften für die heute geringe Verwendung solcher Netze die ausschlaggebenden Gründe sein. Dennoch sollte ihre Errichtung wegen der mancherlei sich bietenden Nebenvorteile nicht ganz aufser acht gelassen werden. Ein aus den Teilspannungen $230 + 80 + 130 = 440$ V aufgebautes Fünfleiternetz bietet neben vier bis fünf Spannungsstufen noch die Möglichkeit die Teilspannungen für alle möglichen Zwecke z. B. für den Betrieb von Handbohrmaschinen und Niedervoltstromkreisen nutzbar zu machen.

Entkupplungshammer.

Der Entkupplungshammer, ein Prefslufthammer zum Heraustreiben der Kupplungsbolzen zwischen Lokomotive und Tender, arbeitet mit einem Überdruck von 4 bis 7 at. Da der Luftverbrauch nur etwa 1,4 bis 1,5 m³ angesaugte Luft in der Minute beträgt, kann



der Hammer auch von der Lokomotiv-Kompressorpumpe für die Druckluftbremsen gespeist werden. Es ergibt sich dadurch der Vorteil dafs der Hammer auch aufserhalb der Werkstätten, beispielsweise bei Entgleisungen auch von der entgleisten Lokomotive oder von der Lokomotive des Bauhilfszuges, in Betrieb gehalten werden kann. Die kleinste im Eisenbahnbetrieb vorkommende Kompressorpumpe ist imstande, den Hammer etwa vier Minuten in Betrieb zu halten, wenn der Anfangsdruck der im Hauptluftbehälter der Lokomotive befindlichen Luft 7 at beträgt. In dieser Zeit sind auch meistens die Bolzen entfernt. Bei einer längeren Arbeitszeit ist nach dieser Betriebszeit eine Pause von zwei Minuten einzulegen, damit sich der Luftdruck des Behälters wieder erholt.

Der Entkupplungshammer wiegt etwa 35 kg, er ist mit einem pneumatischen Vorschub versehen, damit der Hammer dem gelösten und dann zurückweichenden Kupplungsbolzen folgen kann. Der eigentliche Schlaghammer (siehe Abb.) besteht im wesentlichen aus Zylinder a, Schlagkolben b, Zwischenkolben und Schlagdöpper c, Zwischenführung d, vorderem und hinterem Zylinderdeckel e bzw. f, Spannschrauben g und Steuerung h. Nur Schlagkolben, Zwischenkolben und Steuerventile sind dem Verschleifs unterworfen. Der pneumatische Vorschub besteht aus dem Hammerkopf i, Regulierhahn k mit Luftanschlufs, Auslafskegel l, der Manschette m mit Führung, dem Vorschubzylinder mit Verschraubung und dem Fufsstück o. Von diesen Teilen unterliegen nur Manschette m und Verschraubung p des Vorschubzylinders einem geringen Verschleifs.

Der Hammer wird durch einen Prefsluftschlauch von 16 mm lichter Weite der auch zum Anschlufs von Niethämmern dienen kann, mit der Prefsluft verbunden.

Zur Inbetriebnahme des Hammers wird der Regulierhahn k langsam geöffnet. Zunächst tritt die Prefsluft in den Vorschubzylinder n und drückt den Hammer mit dem Schlagdöpper gegen den auszutreibenden Bolzen, worauf dann auch gleichzeitig das leichte Anschlagen des Hammers beginnt. In wenigen Sekunden ist die gröfste Schlagstärke erreicht. Je höher der Luftdruck, desto günstiger ist auch das Arbeiten des Hammers, so dafs möglichst dafür zu sorgen ist, dafs der Betriebsdruck 6 bis 7 at beträgt. Beginnt der Hammer zu schlagen, so tritt eine Lockerung des Bolzens meist sehr schnell ein.

Wenn der vordere Zylinderdeckel e beim Zurückweichen des Bolzens zum Anliegen kommt, ist der Hammer abzustellen. Man läfst dann aus dem pneumatischen Vorschub die Luft ab, so dafs der Hammer zurücksinkt, und setzt einen längeren Aufsatzdorn (q) von 160 statt 80 mm Länge auf den Schlagdöpper. Genügt auch dieser noch nicht zum Heraustreiben des Bolzens, so wird ein noch längerer Aufsatzdorn (240 mm) aufgesetzt.

Der Hammer wird von der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. in Duisburg hergestellt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

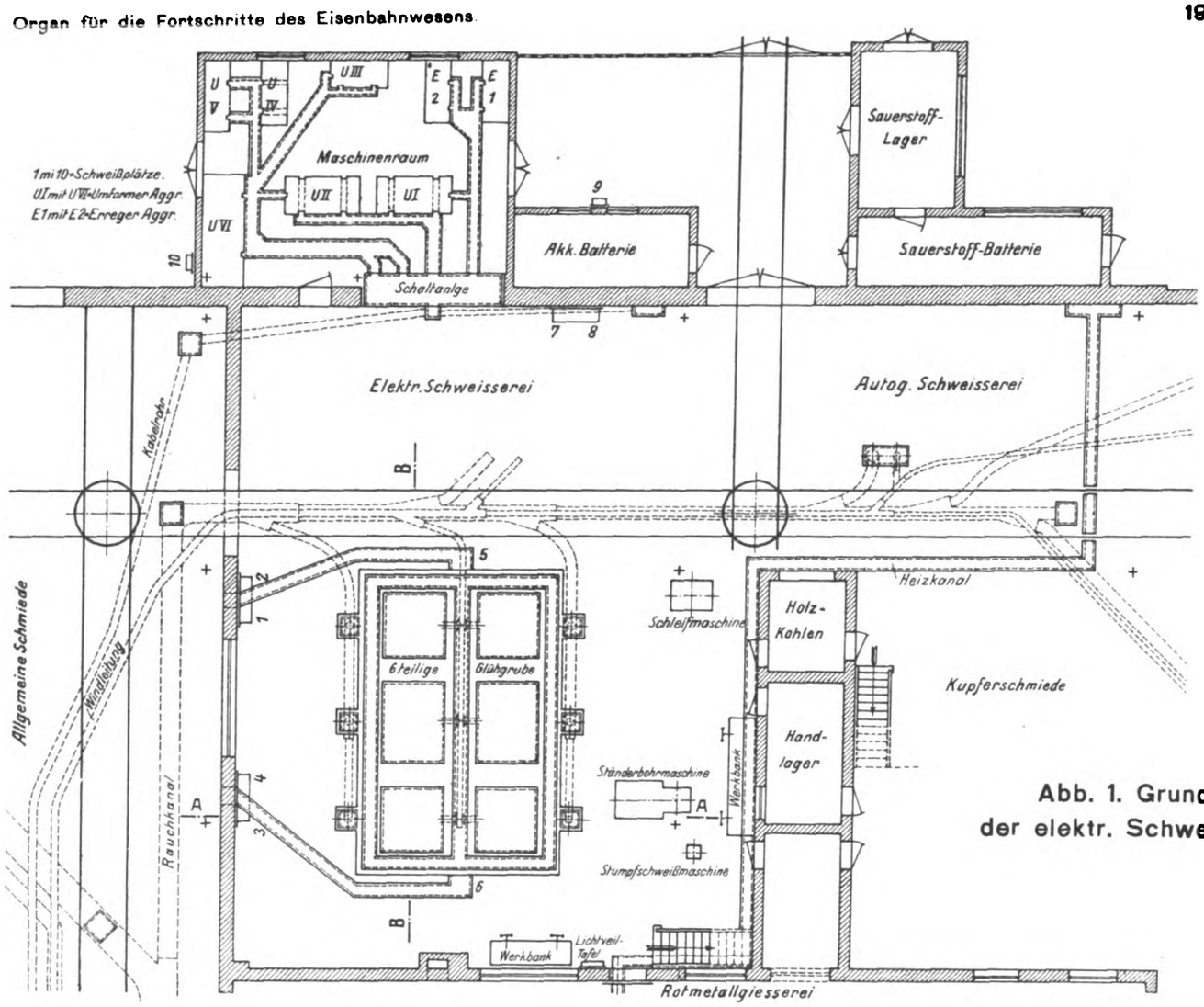


Abb. 1. Grundriß der elektr. Schweißerei.

Zum Aufsatz: Die neue Werkstätte für Elektroschweißung beim Eisenbahnausbesserungswerk Jngolstadt.

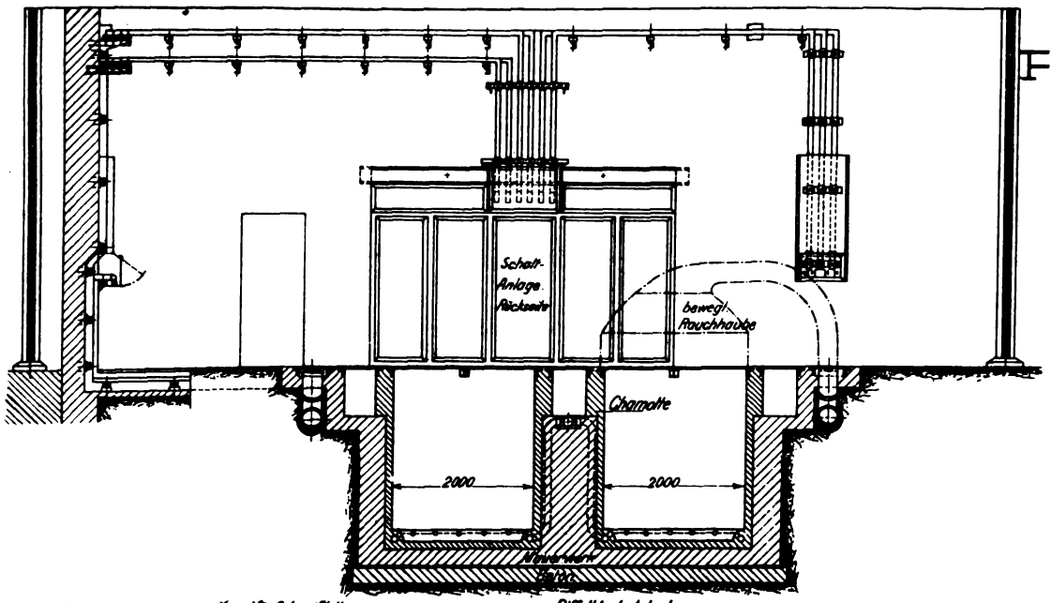


Abb. 2. Längsschnitt A - A durch die elektr. Schweißerei.

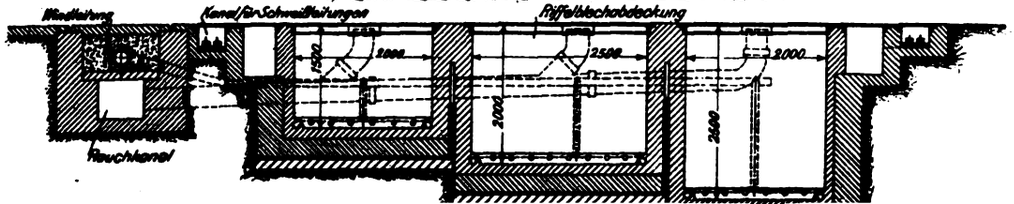


Abb 3. Längsschnitt B - B durch die Glühgruben.

Digitized by Google

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | 15. Dezember 1926 | Heft 23

Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen.

Von Reichsbahnrat Scharrer, Nürnberg.

Hierzu Tafel 39.

Bei der nach dem Kriege einsetzenden Brennstoffknappheit ist für manche Industriebetriebe das Wirtschaften mit Kohle zur Lebensfrage geworden. Aus diesem Grunde haben auch die schon vor dem Kriege hervortretenden Bestrebungen einer zielbewufsten Wärme- und Energiewirtschaft kraftvolle Förderung erfahren. Dafs dabei ein Unternehmen wie die Deutsche Reichsbahn, dessen hauptsächlichster Betriebsstoff die Kohle ist, bei der Unterstützung dieser Bestrebungen mit an der Spitze marschieren mufste, ist selbstverständlich. Jeder kleinste Fortschritt in der Verfeuerung der Kohle in den Lokomotiven mufste sich bei dem ungeheueren Verbrauch von ca. 16 000 000 t im Jahr ganz aufserordentlich auswirken.

Unter der Einwirkung der von der Deutschen Reichsbahn ins Leben gerufenen Organisation zur Verbesserung der Energie- und Wärmewirtschaft und durch betriebliche Mafsnahmen ist es z. B. für den Bereich der Gruppe Bayern gelungen, den Kohlenverbrauch für das Lokomotivkilometer von 18,03 kg im Wirtschaftsjahr 1923/24 auf 13,64 kg im Jahr 1924/25 und 12,6 kg im Jahr 1926 herabzudrücken.

Zu diesem Erfolg haben zweifellos auch die Verbesserungen der Lokomotivbehandlungsanlagen, besonders der Einrichtungen zum Warmwaschen und -füllen der Lokomotiven wesentlich beigetragen. Gerade auf diesem Gebiet lagen die Verhältnisse vor dem Kriege sehr im argen. Das Eisenbahnzentralamt hat sich im Jahre 1920 der Mühe unterzogen, die bis dorthin bekannten gebräuchlichsten Verfahren des Auswaschens der Lokomotivkessel zu durchforschen und gegeneinander auf ihren wirtschaftlichen Wert zu vergleichen. Die Ergebnisse sind in den »Grundzügen für das Entwerfen von Lokomotivbehandlungsanlagen, Abt. C, Kap. 3 Auswaschanlagen« niedergelegt. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen ist vom Eisenbahnzentralamt ein Auswaschverfahren durchgebildet und in den Grundzügen als Verfahren 6 festgelegt worden, das unter voller Ausnützung der im Lokomotivkessel vorhandenen Wärme ein warmes Auswaschen und Füllen der Lokomotive ermöglicht und dadurch alle Vorteile in betrieblicher und wärmetechnischer Beziehung bei geringsten Kosten vereinigt.

Die wirtschaftliche Überlegenheit dieser Anlagen, die auf der fast vollkommenen Verwertung der Abfallwärme beruht, hat die Reichsbahnverwaltung veranlafst, selbst bei der damals herrschenden Geldknappheit Mittel für den Bau zur Verfügung zu stellen, so dafs innerhalb 3 Jahren die weitaus gröfste Zahl der Bahnbetriebswerke mit neuzeitlichen Waschanlagen ausgerüstet werden konnte.

Während bisher noch vielfach ausgemusterte Lokomotiven als sogenannte »Waschlokomotiven« zur Erzeugung des benötigten warmen Wassers und zum Betrieb der Dampfstrahlapparate zum Waschen und Füllen unter Feuer gehalten wurden, versorgen sich die neuzeitlichen Auswaschanlagen aus der zum Waschen kommenden Lokomotive selbst mit der benötigten Wärme. Der wirtschaftliche Erfolg erhellt am besten aus der Tatsache, dafs bei jeder Waschung nach der neuen Arbeitsweise vorsichtig gerechnet 8,— ℳ (siehe unten!) an Kosten gegenüber dem früheren Verfahren eingespart werden, was bei einem Stand von ca. 20 000 Betriebslokomotiven und unter Annahme einer 14tägigen Laufzeit der Lokomotive zwischen zwei Waschtagen eine jährliche Gesamteinsparung von $20\,000 \cdot \frac{365}{14} \cdot 8 = 4\,171\,200,-$ ℳ bringt, während die Anlagekosten der Waschanlagen für die 506 Bahnbetriebswerke der Deutschen Reichsbahn eine einmalige Ausgabe von ca. $506 \cdot 19\,000 = 9\,614\,000,-$ ℳ erfordern.

Grundlegend für die Bauform war grofsenteils das bereits erwähnte Verfahren 6 der Grundzüge. Doch hatten die in dem einen oder anderen Werk gemachten Erfahrungen, besondere örtliche Verhältnisse der Wasserbeschaffenheit und die Erfordernisse des Betriebsdienstes auch noch verschiedene andere Bauausführungen gezeitigt. Im wesentlichen ging jedoch die Entwicklung in zwei Hauptrichtungen: Die eine bevorzugte das Dampfabwasserverfahren, die andere das Abwasserverfahren mit Wärmeaustauscher.

Der Hauptunterschied besteht in der Art des Entleerens des Lokomotivkesselinhaltes und in der Art der Übertragung der Wärme auf das zum Temperaturausgleich und zum Füllen notwendige Frischwasser. Das meist angewendete Verfahren ist das Dampfabwasserverfahren, das dem Verfahren 6 der Grundzüge entspricht und in der Weise vor sich geht, dafs zuerst der Dampf abgelassen und zum Erwärmen von Frischwasser benützt wird, während das Kesselwasser in den Auswaschbehälter entleert wird, nachdem der Lokomotivkessel drucklos geworden ist (Gefma, Körting usw.). Bei der anderen Bauform dagegen wird das Ablassen des Kesselwassers unter Kesseldruck und die Wärmeübertragung auf das Frischwasser unter Zwischenschaltung von Wärmeaustauschern vorgenommen. (Osthoff, Emhardt und Auer, Rusch und Stahlschmidt, Fischer usw.)

Während in Norddeutschland hauptsächlich erstere Bauform bevorzugt wurde, sind im Bereich der Gruppe Bayern verschiedene Anlagen mit Gegenstromkühler (Wärmeaustauscher) errichtet worden. Die erste Anlage wurde im Jahre 1923 beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Hauptbahnhof von der Maschineninspektion I Nürnberg im Zusammenarbeiten mit der Firma Emhardt und Auer, München, die auch bereits im Auslande Auswaschanlagen gebaut hatte, durchgebildet. Die bei dieser Anlage gemachten guten Erfahrungen wurden dann in einer zweiten Anlage beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Rangierbahnhof weiterverwertet. Da zur gleichen Zeit in benachbarten Bezirken Anlagen der anderen Bauform entstanden, lag der Gedanke sehr nahe, das Arbeiten beider Systeme zu vergleichen, zumal gerade gegen die Ausführung mit Gegenstromkühler manchenorts Bedenken laut geworden waren.

Die Untersuchung erstreckte sich hauptsächlich auf die Vorgänge vom Beginn bis zur Beendigung des Entleerens, durch deren Wirkungsgrad in wärme- und betriebstechnischer Hinsicht die Wirtschaftlichkeit einer Lokomotivkesselauswaschanlage selbst gekennzeichnet ist. Die weiteren Arbeiten des Waschens und Füllens der Lokomotivkessel berühren nicht unmittelbar den wärmetechnischen Vorgang an sich, sie sind jedoch beim Bau der Anlagen zur Bestimmung der Behältergröfsen, der Pumpenleistungen und für die Abwicklung des ganzen, ineinander greifenden Waschgeschäftes von Bedeutung und nach den örtlichen Betriebsverhältnissen verschieden.

Digitized by Google

Ich habe mich deshalb darauf beschränkt, den Wärmeflufs der beiden Bauarten bis in die Behälter zu verfolgen, den Wirkungsgrad dieses Vorganges, die Temperaturregelung und die notwendigen Bedienungsarbeiten hierzu zu ermitteln und auf Grund dieser Beobachtungen die beiden Bauarten vom wärme- und betriebstechnischen Standpunkt aus zu vergleichen.

Die Hauptteile jeder Lokomotivauswaschanlage bestehen aus den Leitungen, der Wärmeübertragungsvorrichtung, den Behältern, dem Maschinenraum mit den Pumpen, sowie den verschiedenen Regelvorrichtungen und Mefsgeräten.

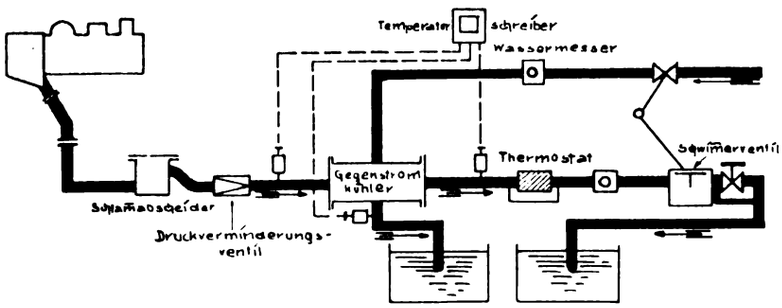


Abb. 1. Schema einer Lokomotivkesselwaschanlage mit Gegenstromkühler. (Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.)

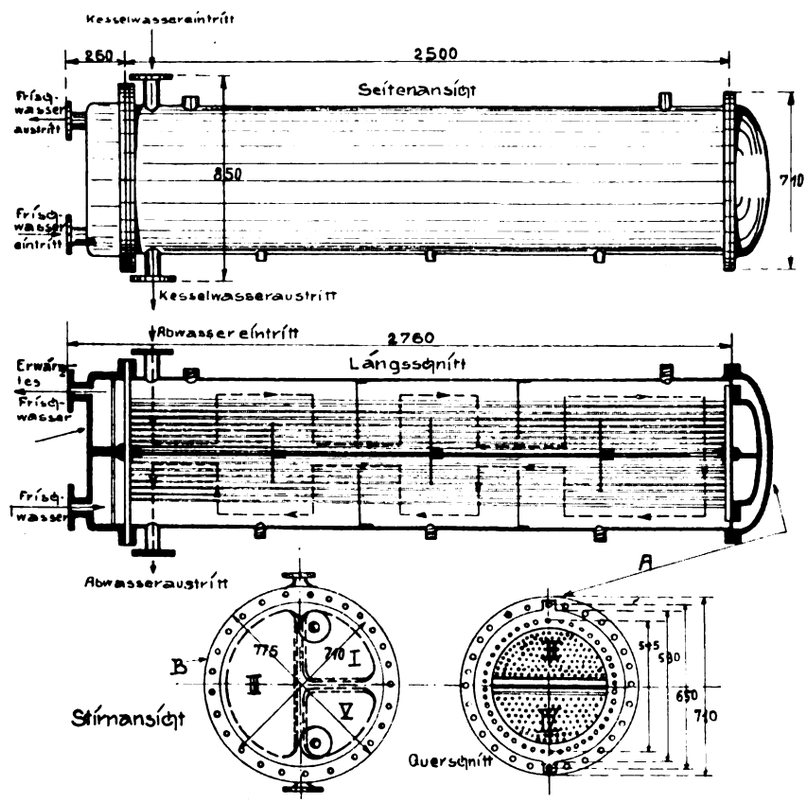


Abb. 2. Wärmeaustauschapparat mit zweifachem Heifswasser- und vierfachem Kühlwasserweg. (34 m² Kühlfläche.)

I. Die Anlage mit Gegenstromkühler beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.

Das Schema der Anlage ist in der Textabbildung 1 wiedergegeben.

Die Anlage besteht im wesentlichen aus einer Abwasserleitung und einer Frischwasserleitung, die sich in einem Wärmeaustauschapparat kreuzen; hier erfolgt der Wärmeausgleich zwischen Abwasser und Frischwasser in einem Gegenstromkühler (Textabb. 2) mit zweifachem Heifs- und vierfachem Frischwasserweg mit 34 m² Heizfläche. Das Kesselwasser fliefst durch den Kühler, durch den das Frischwasser im Gegenstrom in Röhren durchgeführt wird. Die auf die Gebrauchstemperatur abgekühlten bzw. erwärmten Wassermengen sammeln sich hierauf in den entsprechenden Behältern zur Verwendung als Füll- und Waschwasser.

Der Vorgang des Entleerens der Lokomotiven spielt sich bei dieser Anordnung in folgender Weise ab:

Der Kesselablafshahn wird durch ein bewegliches Zwischenstück mit der Abwasserleitung verbunden und der Hahn geöffnet. Über ein Kontrollmanometer mit Schreibvorrichtung gelangt das Abwasser in einen grofsen Schlammabscheider mit Koksfilter (Textabb. 3) und von diesem über ein Druckverminderungsventil in den Wärmeaustauscher. Das Druckverminderungsventil sorgt dafür, dafs die Anlage stets mit dem gleichen Druck von 1,5 at, abs. arbeitet. Zur Erzielung des selbsttätigen Arbeitens der Anlage sind aufserdem als besondere Hilfseinrichtungen ein Thermostat und ein Schwimmerregler in die Abwasserleitung eingebaut. Während letzterer durch eine Hebelübersetzung das Frischwasserabsperrventil öffnet, sobald die Entleerung beginnt, und schliefst, wenn sie beendet ist, also ein Leerlaufen des Gegenstromkühlers verhindert, hat der »Thermostat« die Aufgabe, durch Drosselung der Abwasserdurchflufsmenge die Temperatur des Abwassers hinter dem Wärmeaustausch auf der gewünschten Höhe von im Mittel 55° C, der zum Auswaschen noch brauchbaren Temperatur zu halten.

Durch entsprechende Einstellung der Hilfsapparate können die Endtemperaturen der Gebrauchswasser nach den örtlichen Bedürfnissen des Betriebs geregelt werden. Ist dies einmal geschehen, so arbeitet die Anlage selbsttätig. Um diese selbsttätige Arbeitsweise zu erzielen, mufsten allerdings verschiedene Schwierigkeiten überwunden werden. Die Konstruktion der Thermostate ist noch nicht so weit, dafs wirklich eine Regelung der Temperatur eintritt. Die Wirkungsweise ist vielmehr derart, dafs bei Erreichen der Höchsttemperatur von 55° die Abwassermenge nicht gedrosselt, sondern abgesperrt wurde. Da in diesem Falle der Regler den Durchflufs erst wieder frei gab, wenn das im Rohr stehende Wasser sich unter 55° C abgekühlt hatte, verzögerte sich die Wiederöffnung sehr lange. Diesem Übelstand wurde dadurch abgeholfen, dafs der Thermostatkolben durchbohrt bzw. durch eine kleine Umgehungsleitung überbrückt wurde. Leider konnte der geplante Einbau eines Arca-Temperaturreglers, wie er in der Brauereiindustrie zur Regelung der Temperatur des Warmwassers zum Auswaschen der Flaschen mit Erfolg verwendet wird, nicht mehr durchgeführt werden. Dieser Regler hat den Vorteil, dafs nicht durch den Thermostatkolben selbst die Ventilbetätigung erfolgt, sondern unter Zwischenschaltung einer Temperatursteuerung von einer auf eine Biegeplatte wirkenden Druckflüssigkeit übernommen wird, wodurch ausreichende Betätigungskräfte und grofse Empfindlichkeit erzielt werden. Die ungenügende Arbeitsweise des Thermostats hat das Bahnbetriebswerk auch veranlafst, den Schwimmerregler umzuändern und zur Regelung der Temperatur mit heranzuziehen. Durch Schieber bzw. Ventile kann die Durchflufsmenge und damit die Spiegelhöhe des Abwassers im Schwimmergefäfs selbst derart eingestellt werden, dafs durch den Schwimmer mittels eines Übertragungsgestänges das Frischwasserzuflufsventil entsprechend der jeweiligen Spiegelhöhe freigegeben und dadurch nicht nur ein

Digitized by Google

An- und Abstellen des Zuflusses, sondern auch eine gewisse Regelung erzielt wird, die praktisch genügt. Der Thermostat wurde dadurch überflüssig.

Schwierigkeiten bereitete auch anfangs der Umstand, dafs infolge der Nachverdampfung häufig Dampfballen in den Abwasserraum des Gegenstromkühlers gelangten und dort die gleichmäfsige Temperaturübertragung störten. Dem ist in einfacher Weise durch eine Entlüftungsverbindung vom Gegenstromkühler zum Schwimmergefäfs abgeholfen worden. Nachdem auch noch der Schlammfänger zweckmäfsig umgeändert wurde und die Entleerungszeit durch die Einschaltung eines Druckverminderungsventils von 0,75 Stunden auf 1,5 bis 2 Stunden verlängert werden konnte, wurde die Anlage so eingestellt,

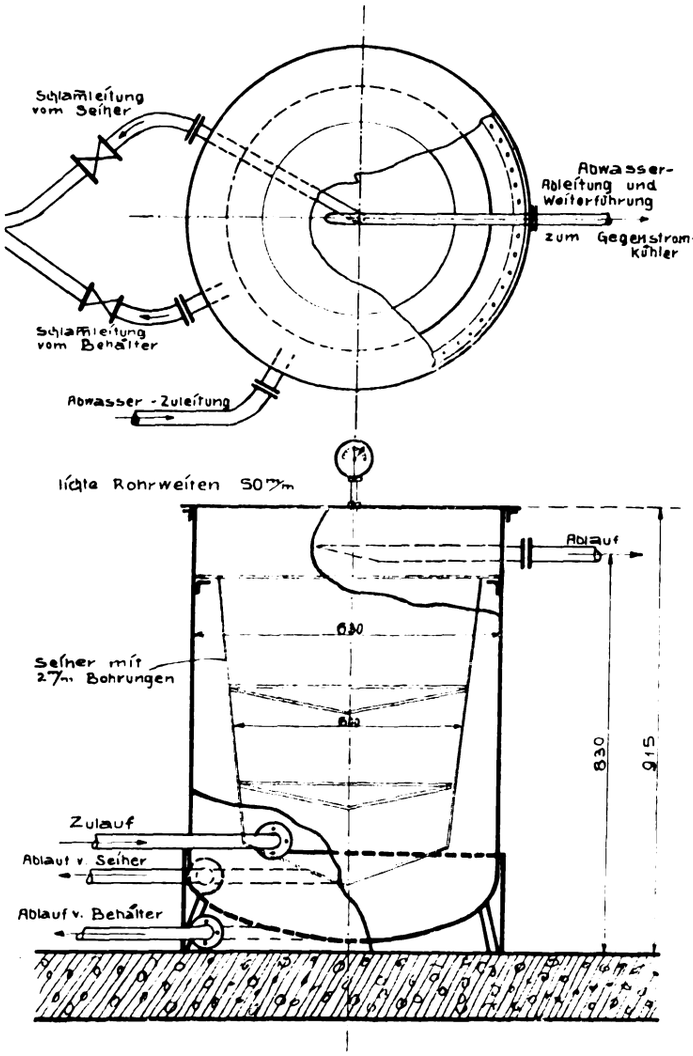


Abb. 3. Schlammabscheider der Kesselwaschanlage des Bahnbetriebswerkes Nürnberg Rbf.

dafs sie in Anpassung an die gegebenen örtlichen Betriebsverhältnisse die als günstig erkannte Temperatur in den beiden Gebrauchswässern ergab. Dadurch ist praktisch ein selbsttätiges Arbeiten der Anlage erzielt worden, ein Vorteil, der in der ursprünglichen Anordnung und Ausgestaltung der Anlage, wie sie durch die Firma erfolgt ist, nicht gegeben war.

Zur Feststellung des Wärmeflusses wurde die Anlage mit den entsprechenden Mefsgeräten ausgerüstet. Es wurden gemessen die Temperaturen:

in der Abwasserleitung vor dem Gegenstromkühler t_a,
» » » nach » » t_b,
in der Frischwasserleitung vor dem Gegenstromkühler t_0,
» » » nach » » t_1.

Die Abwassermenge nach dem Gegenstromkühler . G_b,
die Frischwassermenge vor dem Gegenstromkühler . G_0.

Ferner wurde der Druck durch das Manometer am Lokomotivkessel und durch ein aufzeichnendes vor dem Gegenstromkühler (in der Textabb. 1 nicht eingezeichnet, weil nur vorübergehend eingebaut) verfolgt.

Die wirkliche Anordnung der Anlage des Bahnbetriebswerks Nürnberg Rbf und die Leitungsführung zeigen die Abb. 1, 2 und 3 auf Taf. 39 und die Textabb. 4.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dafs zuerst aus dem vor dem Beginn des Entleerens herrschenden Kesseldruck p, und der dazugehörigen Flüssigkeitswärme q und dem Wasserinhalt G_b die Wärmemenge des Lokomotivkesselinhaltes Q_a bestimmt wurde. Die im Gegenstromkühler vom Frischwasser aufgenommene Wärmemenge Q_I ergibt sich aus den Ablesewerten zu $Q_I = G_o \cdot (t_1 - t_o)$, der im Abwasser nach dem Kühler noch vorhandene Wärmeinhalt $Q_b = G_b \cdot t_b$ und der Wirkungsgrad der Anlage η zu $\frac{Q_I + Q_b}{Q_a} . 100$ in %.

Die Bestimmung des Wärmeinhaltes des Lokomotivkessels aus den 3 Gröfsen q, p und G_b dürfte für den praktischen Zweck als genau genug gelten. Durch Beobachtung des Eisenbahn-

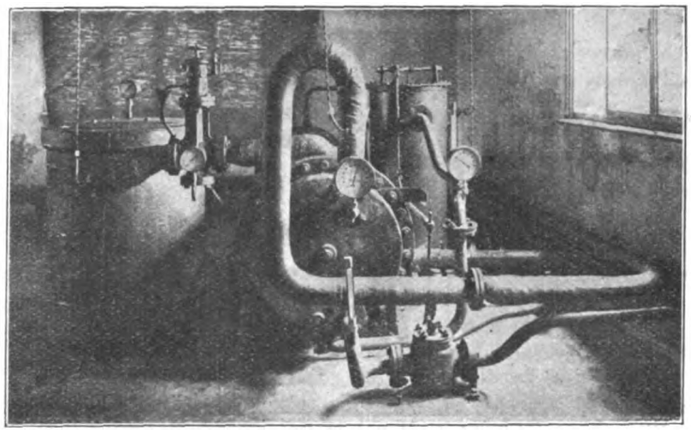


Abb. 4. Anordnung der Kesselwaschanlage im Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.

ausbesserungswerks Nürnberg ist festgestellt, dafs die Lokomotivmanometer in der Regel nach einiger Betriebszeit einen zu geringen Druck aufweisen und zwar um 0,1 bis 1 at, im Mittel jedoch rd. 0,3 at zu wenig anzeigen, was einem durchschnittlichen Fehler in der Bestimmung der Flüssigkeitswärme von 3 WE = 2% entspricht. Die Wassermessung kann wegen der hohen Temperatur und der auftretenden Nachverdampfung vor dem Kühler, die sich bei schlechter Regelung bis in den Gegenstromapparat hinein fortpflanzt, nur hinter diesem vorgenommen werden. Bei den Versuchen ist der Wärmeinhalt des Kesselkörpers selbst aufser Berücksichtigung geblieben, was auf das Ergebnis der Vergleichsversuche ohne Einflufs war, nachdem den beiden Werken Lokomotivgattungen gleicher Gröfse zugeteilt sind.

Die Mittelwerte aus den vorgenommenen zahlreichen Versuchen sind in nachfolgender Übersicht aufgeführt:

Es stehen somit 84,5% der im Lokomotivkessel vorhandenen Wärme in den beiden Behältern zum Waschen und Füllen wieder zur Verfügung und zwar

60% davon = 406500 WE im Füllbehälter
40 » » = 281500 WE im Waschbehälter.

Digitized by Google

Übersicht 1.

1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Mittlerer Druck atüb	Flüssigkeitswärme q WE	Abwassermenge G_b kg	Im Lokomotivkessel verfügbare Wärme Q_a WE	Frischwasser Menge G_o	Temperaturen vor dem Kühler in °C	Temperaturen nach dem Kühler in °C	Q_I WE	Temperatur des Abwassers nach der Kühlung °C	Q_b WE	$Q_I + Q_b$ WE	η %
3,9	152	5360	815000	5220	10	88	406500	52,5	281500	688000	84,5

Die beiden Gebrauchswasser m e n g e n verhalten sich unter den gestellten Bedingungen einer Füllwassertemperatur von 88° C und einer Waschwassertemperatur von 52° C wie $G_o : G_b = 5220 : 5360 \sim 1 : 1$.

Die Verluste von 15,5 % der Wärme verteilen sich auf Abkühlung der Lokomotive während des Ablassens, Rückstände an Dampf und Wasser im Kessel, Leitungs- und Strahlungsverluste auf dem Wege durch das Leitungsnetz und den Gegenstromkühler.

Bei Berücksichtigung der im Kesselkörper enthaltenen Wärmemengen würde sich der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wesentlich geringer darstellen.

Unter Annahme eines mittleren Kesselgewichtes ohne Ausrüstung von 19400 kg, der spez. Wärme $c = 0{,}114$ (Flufseisen) und einer Temperatur des Kesselbleches von $T_I = \sim 145°$ C erhöht sich der Gesamtwärmeinhalt des Lokomotivkessels von 815000 WE um $G \,.\, c \,.\, T_I = 320000$ WE auf $Q_a' = 1135000$ WE und die Wärmebilanz wird folgende:

Gesamte verfügbare Wärmemenge $Q_a' = 1135000$ WE = 100 %.		
Davon ausgenützt	688000 WE =	60,6 %
Im Kesselkörper nach dem Ablassen noch vorhandene Wärmemenge = $= G \,.\, c \,.\, T_{II} = 19400 \,.\, 0{,}114 \,.\, 95$	210000 » =	18,5 %
Abkühlung des Lokomotivkesselinhaltes und des Kesselkörpers während des Ablassens	46000 » =	4,1 %
Im Kessel verbliebene Dampf- und Wasserreste	4500 » =	0,4 %
Restverluste durch äufsere Arbeit, Wärmeverluste durch Strahlung und Leitungen	186500 » =	16,4 %
	1135000 WE =	100,0 %

Der ungeheuere wirtschaftliche Erfolg, den die Einrichtung neuzeitlicher Lokomotivauswaschanlagen bringt, liegt in der Tatsache, dafs die Lokomotive sich selbst mit der zur Waschung und Füllung benötigten Wärme versorgt, während man früher den Dampf und das Kesselwasser nutzlos ins Freie und in die Kanäle ablaufen liefs und unter grofsem Kohlenaufwand in schlechten Kesselfeuerungen den erforderlichen Dampf zum Warmwaschen und -Füllen wieder erzeugte. Die gegenüber früher erzielten Ersparnisse an Personalausgaben, Brennstoff und Wasser sind denn auch, selbst wenn man den Zinsendienst mit den den heutigen Verhältnissen angepafsten hohen Sätzen und die manchenorts ziemlich hohen Stromkosten mit in Anrechnung zieht, ganz erheblich, ganz abgesehen von den sonstigen Betriebsvorteilen wie Verbesserung des Unterhaltungszustandes, Schonung des Kessels und damit Erhöhung der Lebensdauer durch die häufigere und gründlichere Reinigung, Verkürzung der Waschzeiten, Möglichkeit der besseren Lokomotivausnützung, Einschränkung des Kohlentransportes (je Anlage und Monat 1—2 Wagen), die nicht ganz zahlenmäfsig erfafst werden können.

Im folgenden sind die Betriebskosten der alten und neuen Auswaschanlage des Bahnbetriebswerks Nürnberg Rangierbahnhof gegenübergestellt:

Jährliche Betriebskosten.

Im Jahre 1924 wurden 1101 Waschungen durchgeführt. Bei einem Lokomotivstand von 131 Lokomotiven, darunter 24 57^5 (G $^5/_5$), 38 56^{8-10} (G $^4/_5$), 37 54^{14-17} (G $^3/_4$) berechnen sich für die Zukunft unter Berücksichtigung der hinterstellten und in Ausbesserung befindlichen Lokomotiven und einer Betriebszeit von 3 Wochen zwischen zwei Waschungen 1530 Waschungen im Jahr.

Früherer Betrieb (1924).

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:

1 Schlosser täglich 6 Stunden, 20 % Gedingeüberverdienst $312 \,.\, 6 \,.\, 0{,}75 \,.\, 1{,}20 =$ 1680,— ℳ

1 Heizer täglich 9 Stunden $312 \,.\, 9 \,.\, 0{,}63 \,.\, 1{,}20 =$ 2124,— „

3 Mann zur Injektorbedienung und zum Waschen $3 \,.\, 312 \,.\, 9 \,.\, 0{,}63 \,.\, 1{,}20 =$ 6372,— „

2. Brennstoffverbrauch:

3 bis 4 Waschungen im Tag, 1101 im Jahr 1924 effektiver Bedarf für Waschung und Füllung je 700000 WE + 10 % Leitungsverluste, ergibt in Kohle umgerechnet (Heizwert = 7000 WE, Kesselwirkungsgrad 60 %)

$$1101 \,.\, \frac{700000}{7000 \,.\, 0{,}6} = 1101 \,.\, 183 = 201483 \text{ kg Kohle}$$

Preis für die Tonne + Fracht Gelsenkirchen—Nürnberg = 32,— ℳ, somit Kohlenkosten

$201{,}5 \,.\, 32{,}-$ ℳ = 6448,— ℳ

Zu übertragen . . 16624,— ℳ

Jetziger Betrieb (1925).

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:

1 Schlosser täglich 8 Stunden, 20 % Gedingeüberverdienst $312 \,.\, 8 \,.\, 0.75 \,.\, 1{,}20 =$ 2244,— ℳ

2 Kesselwascher täglich 8 Stunden $2 \,.\, 312 \,.\, 8 \,.\, 0{,}63 \,.\, 1{,}20 =$ 3768,— „

2. Stromkosten:

Durchschnittliche Zeitdauer des Waschens 60 Min.
„ „ „ Füllens 30 „
90 Min.
= 1,5 Std.

Pumpenleistung 12 m³/Std., Leistungsaufnahme des Motors bei Drehstrom 310 Volt, $\cos\varphi = 0{,}88$ ist 10 kWh bei Vollast

Jährlicher Stromverbrauch

$1530 \,.\, 1{,}5 \,.\, 310 \,.\, 10 \,.\, 0{,}88 \,.\, 1{,}73 = 1530 \,.\, 7{,}08$
$= 10832$ kWh

Die kWh kostet einschl. aller Verluste 0,08 ℳ

Stromkosten $10832 \,.\, 0{,}08 =$ 866,— ℳ

Zu übertragen . . 6878,— ℳ

Digitized by Google

Übertrag . .	16624,— ℳ
3. Wasserverbrauch:	
Wasser zur Dampferzeugung 229 . 6,5 = 1500 m³	
Wasser zum Waschen 1101 . 5,5 = 6050 m³	
Wasser zum Füllen 1101 . 5 = 5500 m³	
zusammen . . 13050 m³	
Wasserförderungskosten pro m³ in Nü Rbf. 0,06 ℳ	
13050 . 0,06 =	783,— ℳ
4. Instandhaltung der Waschlokomotive, Leitungen und Injektoren, Putzwolle	193,— ℳ
Zusammen I. . .	17600,— ℳ
II. Mittelbare Betriebskosten.	
Ausgaben für Verzinsung und Tilgung	—,— ℳ
(Anlage kann als abgeschrieben betrachtet werden.)	
Zusammen II. . .	—,— ℳ
„ I. . .	17600,— „
Summe . .	17600,— ℳ

Übertrag . .	6878,— ℳ
3. Wasserverbrauch:	
Bedarf zur Waschung 5,5 m³	
Frischwasser im Mittel 1530 . 5,5 = 8410 m³	
8410 . 0,06 =	505,— ℳ
4. Unterhaltung der Anlage	150,— „
Reinigung der Gegenstromkühler alle 2 Monate; jede Reinigung etwa 2 Mann 6 Stunden	67,— „
Zusammen I. . .	7600,— ℳ
II. Mittelbare Betriebskosten.	
Anlagekosten: maschineller Teil 9500,— ℳ	
baulicher „ 11500,— „	
1. Verzinsung des Anlagekapitals 8 % von 21000,— ℳ =	1680,— ℳ
2. Tilgung 8 % „ 9500,— „ =	760,— „
5 % „ 11500,— „ =	575,— „
Zusammen II. . .	3015,— ℳ
„ I. . .	7600,— „
Summe . .	10615,— ℳ

Die wirkliche jährliche Ersparnis beträgt also:

$$17600 - 10615 = 6985.- \text{ ℳ}.$$

Eine Auswaschung kostete nach dem früheren Verfahren

$$\frac{17600}{1101} = 16{,}00 \text{ ℳ}$$

nach dem heutigen Verfahren $\frac{10615}{1530} = 6{,}95$ ℳ

was eine Ersparnis von 16,00 — 6,95 = 9,05 ℳ für 1 Kesselwaschung bedeutet.

2. Die Anlage beim Bahnbetriebswerk Regensburg ohne Gegenstromkühler.

Das Schema der Lokomotivauswaschanlage zeigt Textabbildung 5.

Sie ist seinerzeit nach dem Verfahren 6 (System Reutener) der vom E Z A herausgegebenen »Grundzüge für das Entwerfen von Lokomotivbehandlungsanlagen Abt. C, Kap. 3 Auswaschanlagen« entworfen worden. Dabei wollte ein Mangel dieses Verfahrens, nämlich der geringe Füllwasseranfall namentlich bei mit niedrigem Druck zum Waschen kommenden Lokomotiven dadurch vermieden werden, dafs eine Ausgleichvorrichtung zwischen Wasch- und Füllbehälter geschaffen wurde, um den Spritzwasserüberschufs an geeigneter Stelle in den Füllwasserbehälter überzuleiten, ohne eine schädliche Verunreinigung fürchten zu müssen.

Im wesentlichen besteht diese Anlage aus zwei parallel laufenden Leitungen, der Abdampf- und der Abwasserleitung, und den entsprechenden Behältern für Füll- und Waschwasser, einem Ausgleichschieber zwischen Wasch- und Füllbehälter, der beide Behälter berührenden Frischwasserleitung und den Pumpen.

Die Anordnung der Anlage zum Lokomotivhaus zeigen die Abb. 4, 5 und 6 auf Taf. 39.

Der Vorgang des Entleerens teilt sich hier in zwei nacheinander folgende Teilvorgänge. Zuerst wird der Dampf durch Anschlufs der Heizleitung der Lokomotive mit Zwischenstück an die Abdampfleitung in den mit Frisch- oder Gebrauchswasser gefüllten Füllbehälter abgelassen. Die Stärke der auftretenden Nachverdampfung richtet sich nach der Höhe des Ablafsdruckes und des Wasserinhaltes im Kessel. Die Mischung des Dampfes mit dem Wasser geht sehr langsam vor sich, sie wird in Regensburg durch den Einbau von Körtingschen Strahldüsen beschleunigt. Ist der Atmosphärendruck und damit das Ende der Nachverdampfung erreicht, so wird das Kesselwasser durch Anschlufs des Kesselablafshahnes an die Abwasserleitung drucklos über den Schlammfang in den Waschbehälter geleitet. Durch entsprechende Stellung des Ausgleichschiebers läfst sich eine beliebige Teilmenge davon in den Füllbehälter überführen.

Die Regelung der gewünschten Endtemperaturen in den beiden Behältern durch Zusatz von Frischwasser mufs ebenso wie die Betätigung des erwähnten Ausgleichschiebers von Hand gemacht werden. Weil eben die jeweils zur Verfügung stehende Nachverdampfungsmenge so verschieden ist, ist die Temperaturregelung besonders bei den im praktischen Betrieb unregelmäfsig übereinander greifenden Vorgängen nicht einfach, wenn

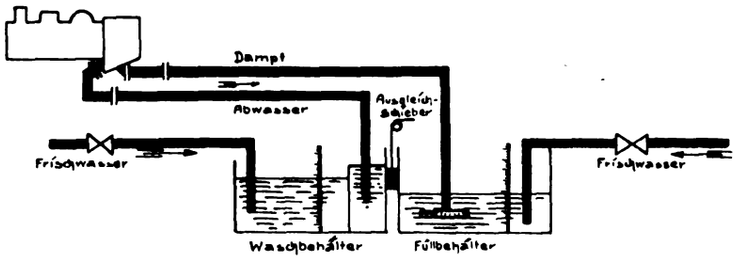


Abb. 5. Schema einer Lokomotivkesselwaschanlage ohne Gegenstromkühler. (Bahnbetriebswerk Regensburg.)

man nicht, wie es in der Praxis bei diesen Anlagen häufig geschieht, von vornherein auf bestimmte als günstigst erkannte Wasch- und Füllwassertemperaturen verzichten will.

Die Ausrüstung an Mefsgeräten besteht in zwei Schwimmeranzeigevorrichtungen, den Thermometern in der Ablafsleitung und am Füllbehälter und einem Wassermesser in der Frischwasserzuleitung.

Die mefstechnische Erfassung der Versuche bietet bei diesem Verfahren erhebliche Schwierigkeiten. Die Bestimmung der Wassermengen mit dem vorhandenen Schwimmeranzeiger, ferner die Messung der Temperaturerhöhung mit dem gewöhnlichen Thermometer führte, weil ungenau, zu keinem Ergebnis. Eine Verwendung von Wassermessern in der Abwasserleitung war nicht ratsam, da infolge der über 100° C betragenden Temperaturen

Digitized by Google

und den Dampfbeimengungen und wegen der Kesselsteinmitführung brauchbare Angaben nicht hätten erzielt werden können. Auch der Einbau eines Dampfmessers in die Abdampfleitung verhiefs keinen Erfolg, da für den Druckabfall bis zum Atmosphärendruck und die geringe Durchflufsmenge, Dampfmesser mit genügender Genauigkeit nicht geliefert werden.

Erst nach Einbau genau geeichter Wasserstandsgläser in die beiden Behälter und durch Verwendung von Maximalthermometern zur Temperaturmessung innerhalb der Behälter — Fernthermometer, die zu diesem Zweck am geeignetsten sind, standen nicht zur Verfügung — konnten die Versuchsergebnisse auf die gleiche Vergleichsgrundlage mit der Gegenstromkühleranlage gebracht werden.

Der Lokomotivkesselinhalt konnte damit aus den in den beiden Behältern nach dem Ablassen von Dampf und Wasser entstehenden Erhöhungen des Wasserspiegels bestimmt werden. Sie lieferten mit dem Wärmeinhalt des Dampfes und mit der spezifischen Wärme des Kesselwassers vor dem Dampfablassen die gesamte zur Verfügung stehende Wärmemenge Q_a. Die in die Behälter davon abgeführten Teilmengen Q_I und Q_b ergaben sich aus der Differenz der Wärmeinhalte in den Behältern vor und nach dem Ablassen und der Wirkungsgrad des Wärmeübertragungsvorganges η aus $\frac{Q_I + Q_b}{Q_a}$. Die Versuche waren damit auf dieselbe Grundlage wie bei der Anlage mit Gegenstromkühler gebracht.

Die Mittelwerte aus den Versuchen sind aus nachstehender Übersicht ersichtlich:

Übersicht 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mittlerer Druck atü	q WE	G_b kg	Q_a WE	D kg	Q_I WE	W kg	Q_b WE	Mittlere Abwassertemperatur °C	$Q_I + Q_b$ WE	η %
7,5	174,3	5890	1029000	739	424000	5141	486500	94,5	910500	88,5

Es stehen somit 88,5 % der in der Lokomotive vorhandenen Wärmemenge zum Waschen und Füllen wieder zur Verfügung und zwar

47 % (= 424 000 WE) im Füllbehälter
53 % (= 486 500 WE) im Waschbehälter.

Die beiden Gebrauchswassermengen verhalten sich unter denselben Temperaturbedingungen wie unter 1) wie

$$\frac{424\,000}{88 - 10} : \frac{486\,500}{52} = 5440 : 9340 = 1 : 1{,}7.$$

Die für die Füllwasserbereitung zur Verfügung stehende Wärmemenge ist, wie die Zahlen zeigen, sehr gering. Die Nachverdampfung erreicht nicht annähernd die Höhe, die nach der Rechnung sich ergibt.

Das Dampfgewicht bestimmt sich aus der Gleichung: Gesamte im Lokomotivkessel (Kessel + Inhalt) aufgespeicherte Wärmemenge vor dem Dampfablassen = Wärmeinhalt des Kessels nach dem Dampfablassen + Wärmeinhalt des abgeführten Dampfes + Abkühlungsverluste während des Vorganges.

Bezeichnet bei dem Kesseldruck p = 7,5 atü und einem Wasserinhalt G_b = 5890 kg

im Anfangszustand:

q_1 die Flüssigkeitswärme . . . . . = 174 WE/kg
λ_1 den Wärmeinhalt des trockenen Dampfes = 664 »
T_I die Temperatur des Kesselkörpers . = 168 °C
G das Gewicht des Kessels . . . = 19 400 kg
c die spez. Wärme vom Flufseisen = 0,114

im Endzustand:

q_2 die Flüssigkeitswärme . . . . . = 100 WE/kg
T_{II} die Temperatur des Kesselkörpers . = 95 °C

so ist im Mittel:

q_m = 134 WE/kg
λ_m = 652 WE/kg
r_m = (mittlere Verdampfungswärme) = 518 WE/kg
i_m = der mittlere Wärmeinhalt des abgelassenen Dampfes bei 15 % Feuchtigkeit = $q_m + 0{,}85\, r_m$ = 574 WE/kg.

τ = Temperaturverlust des Kessels mit Inhalt während einer Stunde = 6° C.

Das Dampfgewicht errechnet sich aus obiger Gleichung $G_b \cdot q_1 + G \cdot c \cdot t_I = (G_b - x)\, q_2 + G\, c\, t^{II} + x : i_m + (G_b - x)\, \tau \cdot z + G \cdot c \cdot \tau \cdot z$.

Für z = 2 Stunden Dauer des Dampfablassens, wird x = 885 kg, eine Menge die ausreichen würde, 6,3 m³ Wasser von 10° C auf 80° C zu erwärmen.

Diese Menge wird in Wirklichkeit nicht erreicht. Aufserdem ist die Dauer der Nachverdampfung sehr lang, was zwar betrieblich keine Schwierigkeiten verursacht, da die Lokomotive während der Nacht bereitgestellt wird, aber infolge der hohen Abkühlungsverluste die Wärmeausnützung ungünstig beeinflufst. Durch Einbau eines Körtingschen Strahlapparats wurde die Mischung des Dampfes mit dem Wasser zu beschleunigen gesucht. Da jedoch von den vorhergehenden Waschungen meist angewärmtes Wasser vorhanden ist, geht diese Vermengung nur langsam vor sich.

Noch ungünstiger gestaltet sich das Verhältnis, wenn die Lokomotiven nicht mit dem hohen Druck ins Maschinenhaus kommen, wie dies bei der obigen Rechnung angenommen wurde; beispielsweise würde sich bei den Durchschnittswerten der Nürnberger Anlage ein mittleres Dampfgewicht von 580 kg ergeben. Wie die Dampfgewichte mit dem Druck fallen, zeigt die nachstehende Übersicht 3 und ihre graphische Aufzeichnung (Textabb. 6):

Übersicht 3.

Dampfüberdruck atüb	Gröfse der Nachverdampfung kg
10	1 130
8	1 000
6	860
4	634
2	350
1	143

Es ist darin für verschiedene Kesseldrücke die Gröfse der Nachverdampfung ermittelt, wobei eine Dauer der Nachverdampfung von 2 Stunden und ein Lokomotivkesselinhalt von 5000 kg angenommen wurde.

Den Mangel des geringen Anfalles an Füllwasser suchten verschiedene Systeme dadurch zu vermeiden, dafs sie in irgend einer Weise (Einbau von Rohrschlangen usw.) die Überschufswärme des Abwassers an das Frischwasser übertrugen. Bei

Digitized by Google

der Regensburger Anlage wurde versucht, mittels eines Schiebers eine Ausgleichvorrichtung zwischen Wasch- und Füllbehälter zu schaffen, die es ermöglicht, gleich beim Ablassen des Wasser-

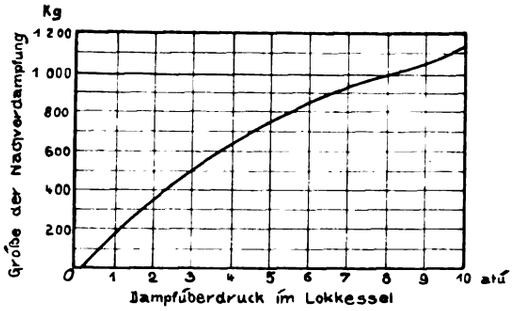


Abb. 6.

inhalts einen Teil in den Füllbehälter überzuführen. Eine merkliche Verunreinigung des Füllwassers war nicht zu fürchten, weil die Wasserbeschaffenheit in Regensburg gut ist und das Abwasser zuerst über den Schlammfang geleitet und im Füllwasserbehälter mit dem dortigen Gebrauchswasser stark verdünnt wird. Die Untersuchung einer aus dem Waschbehälter entnommenen Probe ergab 200 mg Rückstände aus Kalziumkarbonat und Spuren Eisenoxyd, das alkalisch reagierte und demnach keine freien Mineralsäuren enthielt.

Die Wärmebilanz ergibt sich wie unter 1., wenn das Kesselgewicht mit in Rechnung gezogen wird:

Gesamte in der Lokomotive aufgespeicherte Wärmemenge (Kessel + Inhalt) Qa' = 1 401 000 WE = 100,0 %

Davon ausgenützt im Füll- und Waschbehälter vorhanden . .		910 500 WE	64,8 %
Im Kesselkörper zurückgebliebene Wärmemenge	V_k	210 000 »	15,0 %
Abkühlungsverluste des Kessels + Inhalt	V_a	125 000 »	8,9 %
Im Kessel verbliebener Rest	V_r	4 500 »	0,3 %
Restverluste durch äufsere Arbeit, Strahlung und Leitung .	V_s	151 000 »	11,0 %
		1 401 000 WE =	100,0 %

Jährliche Betriebskosten.

Im Jahre 1924 wurden 1172 Auswaschungen vorgenommen. Der Lokomotivstand ist: 9 . . . 18^1 (S 3/6), 11 . . . 38^{0-4} (P 3/5), 19 . . . 57^5 (G 5/5), 13 . . . 17^3 (C 5). Jede Maschine soll in Zukunft zweimal monatlich zur Auswaschung kommen:

Früher.

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:
   - 1 Maschinist — 2400,— ℳ
   - 4 Auswascher zum Waschen, Bedienung und Instandhaltung der Strahlapparate bei 20 % Gedingeüberverdienst 4 . 312 . 9 . 0,63 . 1,20 = 8491,— „
2. Brennstoffverbrauch:
   - 1172 Waschungen im Jahr. Kohlenverbrauch: hier ist eine E I Lokomotive als Waschmaschine verwendet worden, die einen sehr hohen Kohlenverbrauch hatte.
   - $1172 \cdot \frac{770000}{7000 \cdot 0{,}45} = 1172 \cdot 245 = 288000$ kg
   - Preis für die Tonne Ruhrkohle + Fracht 32,80 ℳ
   - Brennstoffkosten im Jahr 288,— . 32,80 = 9446,— ℳ
3. Wasserverbrauch:
   - zur Verdampfung 288 . 6,5 = 1872 m³
   - zum Waschen 1172 . 8 = 9376 „
   - zum Füllen 1172 . 6 = 7032 „
   - 18280 m³
   - Wasserförderungskosten pro m³ = 12 Pf.
   - Kosten für Wasser 18280 . 0,12 = 2194,— ℳ
4. Unterhaltung:
   - Ausbesserung, Putz- und Schmieröl verbrauch — 169,— „

Summe I 22700,— ℳ

II. Mittelbare Betriebskosten.

Die alte Anlage darf als abgeschrieben betrachtet werden —,— ℳ

Summe II. . . —,— ℳ

Summe I. . . 22700,— „

Gesamtbetriebskosten im Jahre 1924 22700,— ℳ

Jetzt.

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:
   - 3 Wascher 9 Stunden täglich mit 20 % Gedingeüberverdienst 3 . 312 . 9 . 0,63 . 1,20 = 6368,— ℳ
2. Stromverbrauch:
   - Im Jahr 1925 werden 1250 Auswaschungen durchgeführt. Die Stromkosten für eine Auswaschung belaufen sich auf 7 kWh Stromverbrauch: 1250 . 7 = 8750 kWh. Die kWh kostet 0,14 ℳ
   - Stromkosten: 8750 . 0,14 = 1225,— „
3. Wasserverbrauch:
   - Zu einer Waschung 5,5 m³ à 0,12 ℳ
   - 1250 . 5,5 . 0,12 = 827,— „
4. Unterhaltung der Anlage . . . . . 120,— „

Summe I. . . 8540,— ℳ

II. Mittelbare Betriebskosten.

Anlagekosten: maschinell 9500,— ℳ
baulich 8030,— „
zusammen 17530,— ℳ

1. Verzinsung:	8 % von 17530,— ℳ	=	1402,— ℳ
2. Tilgung:	8 % „ 9500,— „	=	760,— „
	5 % „ 8030,— „	=	402,— „
	Summe II. . .		2564,— ℳ
	Summe I. . .		8540,— „
			11104,— ℳ

Die wirkliche jährliche Ersparnis betrug 22 700 ℳ — 11 104 ℳ = 11 596 ℳ.

Eine Auswaschung kostete früher $\frac{22\,700}{1172}$ = 19,35 ℳ

und kostet jetzt $\frac{11\,104}{1250}$ = 8,90 »

somit Ersparnis 10,45 »

Die auf die Waschung bezogene Ersparnis erreicht deshalb

Digitized by Google

einen höheren Betrag als bei der Anlage in Nürnberg, weil die Kohlenkosten bei dem früheren Verfahren infolge des unwirtschaftlichen Arbeitens der ortsfesten Waschlokomotive (ausgemusterte E I) im Verhältnis viel höher waren als dort.

3. Vergleich der beiden Anlagen:

Die Betriebskosten einer Auswaschung nach den beiden Systemen sind auf der gleichen Preisgrundlage aufzubauen. Bei Annahme gleicher Betriebs- und Gröfsenverhältnisse sollen folgende Preise gelten:

1 Tonne Kohle frei Werk	ℳ	32,—
1 m³ Wasser	»	0,06
1 kWh	»	0,08
Stundenlohn eines Betriebsarbeiters	»	0,63
» » Schlossers	»	0,75
mittl. Stundenlohn bei 1 Schlosser und 2 Wascher	»	0,67

Anlagekosten:

a) mit Gegenstromkühler		ℳ	19 000,—
maschineller Teil	9 000,—		
baulicher Teil	10 000,—		
b) ohne Gegenstromkühler:		ℳ	18 000,—
maschineller Teil	8 000,—		
baulicher Teil	10 000,—		

Der bauliche Teil besteht aus 2 gegen Wärmestrahlung gut isolierten Behältern von je 45 m³ Inhalt, dem Pumpenraum, den Leitungskanälen zu den Lokomotivständen, den Entwässerungskanälen mit zusammen rund 100 m³ Beton, ferner aus der Ummauerung und Überdachung.

Angenommen werden aufserdem für die beiden Anlagen 5 Auswaschungen im Tagesdurchschnitt, das sind 312 . 5 = 1560 Auswaschungen im Jahr.

Die Verzinsung ist zu 8%, die Tilgung des maschinellen Teils zu 8%, des baulichen Teils zu 5% gerechnet.

Die Bedienungskosten werden für die Anlage ohne Gegenstromkühler ein Mehr bringen wegen der Notwendigkeit der Regelung von Hand und des zweimaligen Anzapfens der Lokomotive; für die Arbeiten des Wasserablassens, des Waschens und Füllens mit den erforderlichen Vorbereitungs- und Abschlufsarbeiten sind die Kosten gleich. Nebenarbeiten, wie Abspritzen und Putzen der Lokomotive sind nicht einbezogen. Das Ansetzen und Abnehmen des Verbindungsstückes für das Dampfablassen, Öffnen des Ventiles nimmt eine Zeit von 15 Min. in Anspruch. Die Regulierung des Frischwasserzulaufes und die Bedienung der Ausgleichsvorrichtung ist bei der Anlage ohne Kühler immer zu betätigen, wenn man nicht mit wenig Wasser oder mit Wasser von geringer Temperatur füllen will, was selbstverständlich einen Mehrverbrauch an Wärme beim Anheizen zur Folge haben wird. Gerade die Warmfüllung soll wegen der ungleichmäfsigen Erwärmung und der in ihrem Gefolge auftretenden Zusatzspannungen beim Anheizen mit zu kaltem Wasser möglichst hoch getrieben werden, während bei der Temperatur des Auswaschwassers durch die Handhabung der Strahlrohre und die Gefährlichkeit für die Bedienungsmannschaft eine Grenze gesetzt ist. Für die notwendigsten Handhabungen zur Regelung ist ein Zeitaufwand von mindestens 12 Min. je Waschung in Ansatz zu bringen.

Darnach ergeben sich die Kosten einer Waschung (wie aus nebenstehender Tabelle ersichtlich).

Die beiden Anlagen stehen sich somit in ihrer wärmewirtschaftlichen Auswirkung als nahezu gleichwertig gegenüber. Der Mehraufwand an Bedienung bei der einen Anlage wird durch den höheren Wärmewirkungsgrad ausgeglichen, während die Gegenstromkühleranlage noch durch den Zinsendienst für die höheren Anschaffungskosten belastet wird. Vom Standpunkt des Betriebes aus ist jedoch das Abwasserverfahren mit Wärmeaustauscher dem Dampf-Abwasserverfahren weitaus überlegen.

Kosten einer Waschung.

Lauf. Nr.	Vortrag:	Kosten: Nürnberg ℳ	Kosten: Regensburg ℳ
1	Personalkosten für eine Waschung 4,9 Arbeitsstunden + 20% Gedingeüberverdienst 4,9 . 0,67 . 1,20	3,94	3,94
	Mehraufwand für Dampfanzapfen und Regelung der Frischwasserzuführung und Ausgleichvorrichtung 27 Min. $\frac{27}{60}$. 0,67 . 1,20	—	0,36
2	Stromkosten: 7,1 kWh à 0,08 ℳ	0,57	0,57
3	Wasserverbrauch: je 5,5 für 1 Auswaschung à 0,06 ℳ	0,33	0,33
4	Mehrbelastung durch geringere Wärmeausnützung in Kohlenkosten umgerechnet 4,5% von 900000 WE = 40500 WE in Kohle $\frac{40500}{0,65 . 7000} = 9$ kg		
	9 kg zu 3,5 Pf. = 28,8	0,29	—
5	Unterhaltung der Anlage: Nü: $\frac{217.-}{1560}$	0,13	
	Re: $\frac{120.-}{1560}$		0,08
6	Verzinsung: Nü: $\frac{0,08 . 19000}{1560}$	0,97	
	Re: $\frac{0,08 . 1800}{1560}$		0,92
7	Tilgung: Nü: $\frac{0,08 . 9000 + 0,05 . 10000}{1560}$	0,78	
	Re: $\frac{0,08 . 8000 + 0,05 . 1000}{1560}$		0,73
	Kosten einer Waschung	7,01	6,93

Durch die selbsttätige Regelung lassen sich die beiden Gebrauchswasser nach Menge und Temperatur vollkommen dem jeweiligen Bedürfnis anpassen; die Einstellung der Temperaturen unterliegt nicht der Willkür oder der Bequemlichkeit des Bedienungspersonals. Das bei den Versuchen ermittelte Verhältnis von Abwasser (50° C) und erwärmtem Frischwasser (90° C), das bei der Nürnberger Anlage 1 : 1, bei der Regensburger Anlage 1,7 : 1 beträgt, zeigt deutlich die Unzulänglichkeit des Dampf-Abwasserverfahrens. Durch Einbau von Heizschlangen oder Ausgleichschiebern in die Füll- bzw. Waschbehälter wird zwar eine Besserung erzielt, jedoch nicht die Möglichkeit der selbsttätigen Regelung auf die als günstig erkannten Temperaturen erzielt, weil der Nachschub in die Behälter nicht mit derselben Temperatur erfolgt, wie sie bereits in den Behältern vorhanden ist. Der Temperaturausgleich findet erst im Behälter statt, wo er sich je nach den dort bereits vorhandenen Warm- oder Frischwassermengen verschieden auswirkt. Die Anlage mit Wärmeaustauscher läfst sich ohne weiteres so einstellen, dafs Waschwasser und Füllwasser jeweils mit ganz bestimmten Temperaturen in die Behälter kommen. Nebenbei möchte ich erwähnen, dafs dies auch im Interesse der Haltbarkeit der Behälter durchaus erwünscht ist. Die bei verschiedenen nach dem Verfahren 6 gebauten Anlagen aufgetretenen Behälterbrüche sind, wenn nicht von vornherein schlechte Arbeitsausführung vorlag, wohl hauptsächlich auf die ständigen Temperaturschwankungen zurückzuführen.

Digitized by Google

Beachtenswerte Überschufsmengen an Warmwasser lassen sich nicht erzielen, wenn man nicht die Füllwassertemperatur herabdrücken will. Die anfallenden 5 bis 6 m³ Waschwasser und 5 bis 6 m³ Füllwasser werden fast restlos zum Waschen und Füllen benötigt. Die noch verbleibenden Rückstände an Heifswusser werden nicht zu Wasch- und Badezwecken, sondern zu dem betrieblich viel wichtigeren Abspritzen und Reinigen der Lokomotivuntergestelle verwendet, um die Untersuchung der Lokomotive und das Auffinden von Schäden im Laufwerk zu erleichtern. Bei den Versuchen hat sich gezeigt, dafs auch die vorhandenen Mengen Gebrauchswasser bei der Anlage in Nürnberg fast vollständig aufgebraucht wurden, während bei der anderen Anlage in Regensburg ständig Überflufs an Warmwasser vorhanden war, der für die Versorgung der Wasch- und Baderäume verwendet wurde. Die Füllwassertemperatur mufste hier viel niedriger gehalten werden. Durch die zu geringe Nachverdampfung konnte das noch von den vorhergehenden Lokomotiven vorhandene Warmwasser nur um einige Grad weiter erwärmt werden. Was dann an Warmwasser gewonnen wurde, ging für den eigentlichen Zweck des Warmfüllens verloren. Bei dem Übereinandergreifen der einzelnen Vorgänge war es nicht möglich, die günstigen Arbeitstemperaturen zu erhalten. Die gleiche Beobachtung wurde auch bei verschiedenen Anlagen dieser Art gemacht. Die Füllwassertemperatur betrug dann gewöhnlich 45 bis 50° C im Behälter, während das 100° heifse Abwasser durch Frischwasserzusatz auf die Gebrauchstemperatur von ca. 50° herabgedrückt werden mufste. Beim Bw Nü Rbf steht jedoch ständig gleichmäfsig erwärmtes Waschwasser von 50 bis 55° und Füllwasser von 80 bis 90° in den Behältern zur Verfügung, was um so wichtiger ist, als auch beim Füllen der Lokomotivkessel selbst noch ein Temperaturabfall von etwa 6° entsteht.

Zur Kennzeichnung der Gleichmäfsigkeit, mit der die Anlage mit Gegenstromkühler beim Bw Nü Rbf arbeitet, füge ich hier zwei Diagramme des Zweifach-Temperatur-Schreibers an, auf denen der Verlauf der Temperaturen des Abwassers und des Frischwassers hinter dem Gegenstromkühler während der Entleerung aufgezeichnet ist (Textabb. 7). Dabei war nur ein erstmaliges kurzes Einregeln notwendig. Bei einigermafsen gleichen Verhältnissen der nacheinander zum Waschen kommenden Lokomotiven kommt auch dieses Einregeln der Frischwasserdurchflufsmenge bei den nachfolgenden Maschinen in Fortfall.

Trotz der geschilderten Vorzüge der Anlage mit Wärmeaustauschapparat sind gegen dieses Verfahren zahlreiche Bedenken laut geworden, die in der Hauptsache dahin gehen, dafs durch das schnelle Ablassen des Lokomotivkessels unter Druck und die dadurch entstehende ungleichmäfsige Abkühlung eine schädliche Beanspruchung der Kesselbaustoffe und ihrer Verbindungen entstehe, die vermehrte Instandhaltungsarbeiten und geringere Lebensdauer zur Folge habe. Weiter wird eingewendet, dafs die Abkürzung der Waschzeiten weder betrieblich notwendig noch für das Fortschreiten der Arbeiten von Vorteil sei und dafs aufserdem bei den hohen Drücken und Wassergeschwindigkeiten die Ausscheidung des Schlammes schwierig sei. Dabei wurde allerdings fast allgemein angenommen, dafs es sich um Entleerungszeiten von 20 bis 30 Minuten handle. Diese Nachteile treffen für die Anlage in der heutigen Ausführungsform nicht mehr zu. Wie aus den Temperaturaufzeichnungen zu ersehen ist, beträgt die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Entleerung zwischen 90 und 120 Minuten, sie kann durch die ohne nennenswerte Verluste erfolgende Drosselung des Druckes im Druckverminderungsventil nach Belieben geregelt werden. Die rasche Entspannung und Abkühlung des Lokomotivkessels wird dadurch hintangehalten und der Verlauf der Temperaturunterschiede der Kesselteile wird ähnlich erfolgen, wie bei dem anderen Verfahren (siehe »Grundzüge!«). Mit der Verlängerung der Ablafszeit und der Drosselung des Kesseldruckes verlieren auch die anderen Bedenken ihre Grundlage.

Das Ergebnis der Vergleichsversuche möchte ich dahin zusammenfassen, dafs die Anlage mit Gegenstromkühler trotz ihres etwas geringeren Wärmewirkungsgrades wegen ihrer selbsttätigen, dem eigentlichen Zweck sich anpassenden Betriebsart, der klaren und durchsichtigen Arbeitsweise den Vorzug verdient. Durch zweckmäfsige Ausgestaltung der Wärmeübertragungsteile und ihre Regelvorrichtung ist es möglich, die günstigste Füllwassertemperatur von nahezu 100° C zu erreichen und die beiden Gebrauchswasser in den jeweils benötigten Mengen und Temperaturen getrennt voneinander zur Verfügung zu stellen. Damit ist auch die Gewähr gegeben, dafs die beim Anheizen entstehenden Temperaturunterschiede in den Kesselteilen vermieden werden. Die Forderung nach gröfstmöglichster Schonung des Kessels vor schädlichen Spannungen

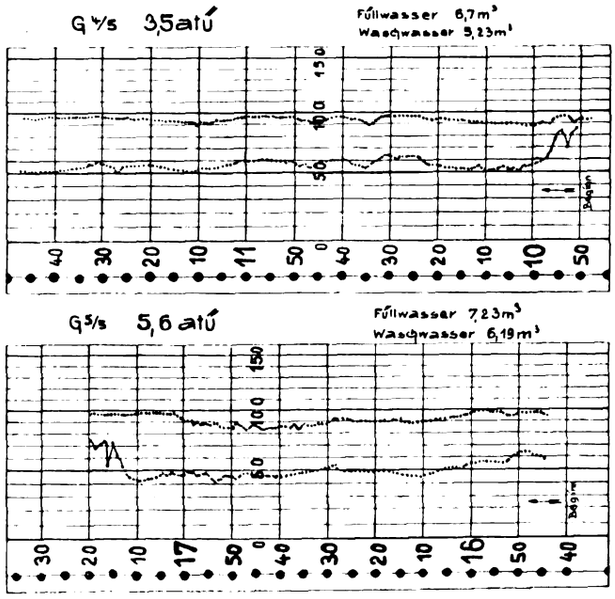


Abb. 7.

durch rasche Abkühlung wird aufserdem durch eine genügend lange Ablafszeit erfüllt. Die in der Lokomotive zur Verfügung stehende Wärmemenge wird zwar nicht ohne Verluste in die Behälter gebracht, durch Verwendung der günstigsten Arbeitstemperaturen wird jedoch der gesamte Wärmeanfall dem Hauptzweck des Warmwaschens und -Füllens zugeführt. Der Gesamtwirkungsgrad wird deshalb auch in dieser Hinsicht den des anderen Verfahrens übertreffen, das infolge der Unmöglichkeit, die Temperaturen und Mengen nach dem Bedarf abzustimmen, die Wärme anderweitig verwenden mufs. Durch das selbsttätige Arbeiten der Anlage wird ferner der Einflufs des Bedienungspersonals ausgeschaltet und die Bedienung möglichst vereinfacht. Schliefslich ist auch die Möglichkeit, den Entleerungsvorgang ohne Beeinträchtigung der Wärmeübertragung und ohne Verschiebung der Temperatur in den Behältern bis zur Mindestdauer von einer Stunde zu beschleunigen, für gröfsere Bahnbetriebswerke mit über 100 Betriebslokomotiven zeitweise aus betrieblichen Rücksichten auf Lokomotivenausnützung und Lokomotivengestellung sehr von Vorteil.

Digitized by Google

Über Mechanisierung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 40 und 41.

In dem Aufsatze über Arbeits- und Zeitstudien im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Heft 12, 1926 wurde bereits darauf hingewiesen, dafs es von gröfster Bedeutung ist, betriebliche Mafsnahmen auf Arbeits- und Zeitstudien von längerer Dauer zu stützen, um die Schwankungen genau zu erkennen, die die betrieblichen Leistungen in den verschiedenen Tagesstunden oder an den einzelnen Wochentagen erfahren. Derartig eingehende Arbeits- und Zeitstudien erfordern einen grofsen Aufwand an Zeitnehmern, namentlich wenn gleichzeitig an verschiedenen Punkten des zu untersuchenden Teilbetriebes Aufnahmen stattfinden müssen. Es liegt daher zur Ersparung von Kosten nahe, den Versuch zu machen, die Ausführung von Arbeits- und Zeitstudien gröfseren Umfanges zu mechanisieren. Auch die Genauigkeit der Aufnahmen wird dadurch erhöht, da einmal bei Beobachtung häufig wiederkehrender, gleichartiger Betriebsvorgänge die Aufmerksamkeit der Zeitnehmer nachzulassen pflegt und zum andern auch die Witterungsverhältnisse die Genauigkeit der Aufnahme ungünstig beeinflussen können.

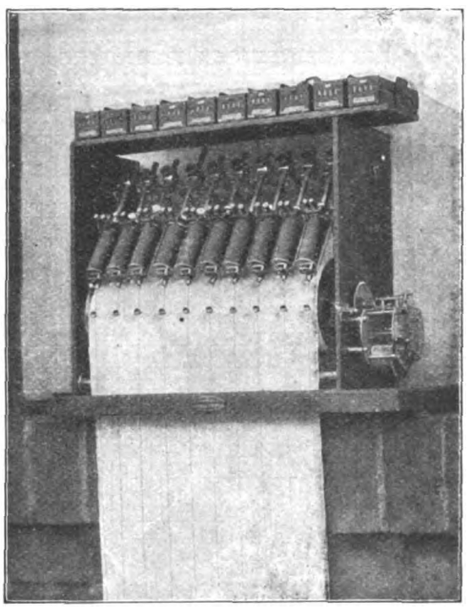


Abb. 1. Betriebsschauuhr ohne Papieraufwickelung.

Im Bezirke der Reichsbahndirektion Dresden gaben vor allen Dingen die Ablaufuntersuchungen auf den Gefällbahnhöfen Veranlassung, den Gedanken einer Mechanisierung gleichartiger Arbeits- und Zeitstudien weiter auszubauen, und nach einer Möglichkeit zu suchen, die zur Auswertung der Zeitaufnahmen zweckmäfsigen graphischen Darstellungen sofort selbsttätig zu erhalten. Auf Grund dieser Überlegungen wurde die aus den Textabb. 1 und 4 ersichtliche und nachstehend näher beschriebene Betriebsschauuhr entworfen*), die sich recht gut bewährt hat.

Ein 30 cm breiter Papierstreifen läuft mit gleichmäfsiger, durch ein Uhrwerk geregelter Geschwindigkeit von einer Rolle ab. Über dieser Rolle können bis zu zehn Magnete — sog. Markiermagnete — angebracht werden. An den beweglichen Ankerplatten dieser Magnete sind Schreibfedern befestigt, die auf dem ablaufenden Papierstreifen parallele Striche geben. Beim Anziehen der Ankerplatte entsteht ein zur gewöhnlichen Schreibrichtnng senkrechter Ausschlag. Der Abstand zwischen zwei Ausschlägen ist somit ein Mafs für den Zeitunterschied zwischen den durch sie gekennzeichneten Ereignissen. Ursprünglich war angenommen, dafs die Abwicklungsgeschwindigkeit unveränderlich gleichgehalten und der Zeitunterschied mit einem gleichbleibenden Mafsstab abgelesen werden könnte. Es stellte sich jedoch heraus, dafs die Ablaufgeschwindigkeit bei längeren Beobachtungen durch den abnehmenden Durchmesser der Rolle, durch die Zunahme des am Uhrwerk ziehenden Papiergewichts, durch die Veränderung der Spannkraft in der Uhrwerksfeder usw. nicht vollkommen gleichgehalten werden konnte. Aus diesem Grunde wurde der Zeitmafsstab auf dem ablaufenden Papierstreifen an einer oder an beiden Seiten durch Markiermagnete, die mit einer sog. Kontaktuhr in Verbindung gebracht wurden, selbsttätig aufgetragen. Damit war die Möglichkeit geschaffen, nicht nur relative Zeitmessungen auszuführen, sondern auch die Beziehungen zur Normalzeit genau herzustellen.

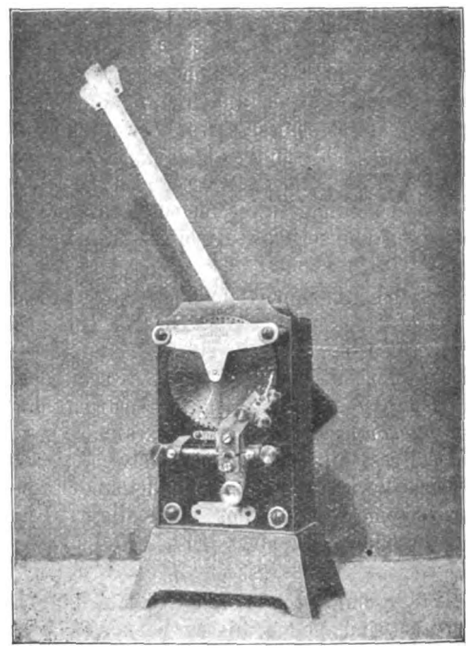


Abb. 2. Kontaktuhr.

Als Kontaktuhr wird die aus Textabb. 2 ersichtliche Uhr verwendet. Ein kräftiges Uhrwerk, das durch ein Pendel genau geregelt werden kann, dreht statt der Zeiger eine Metallplatte. Auf dieser sind senkrechte Stifte befestigt, die, mit einer federnden Abnahmevorrichtung in Berührung gebracht, einen Kontakt erzeugen, der einen gleichzeitigen Ausschlag an den Zeitschreibern bewirkt.

Die Stifte sind in der aus Textabb. 3 ersichtlichen Anordnung aufgestellt. Die Abnahmevorrichtung kann auf jeden der konzentrischen Kreise eingestellt werden, so dafs es möglich ist, als Zeitabschnitte beliebige Einheiten zwischen einer Sekunde und einer Minute zu wählen.

Das erste Modell der Betriebsschauuhr (Textabb. 1) gestattet nur die Einstellung von zwei Papiergeschwindigkeiten, 1 mm in der Min. und 1 cm in der Min. Der Grundgedanke war,

*) Die Betriebsschauuhr (Textabb. 1 und 4) und die Kontaktuhr (Textabb. 2) wurde von der Firma E. Zimmermann, Fabrik für physiologische, psychologische und psychotechnische Apparate in Leipzig-Stötteritz, Wasserturmstr. 33, hergestellt.

Digitized by Google

mit der kleineren Geschwindigkeit zunächst einmal für einen 24stündigen Zeitabschnitt auf einem nicht zu grofsen Blatt (1440 mm lang) einen Überblick über die an den Beobachtungspunkten sich abspielenden Vorgänge zu erlangen, um hieraus die Zeitabschnitte mit starkem Verkehr oder mit Unregelmäfsigkeiten im Betrieb erkennen zu können. Diese Zeitabschnitte sollten nun durch Einschaltung der gröfseren Ablaufgeschwindigkeit, bei der die Zeitabstände zwischen zwei Kontakten mefsbar hervortreten, genauer untersucht werden. Die Anwendung der gröfseren Geschwindigkeit stiefs jedoch bei Beobachtungen von längerer Dauer auf Schwierigkeiten, weil der Papieranfall recht erheblich wurde. Dieser Umstand führte dazu, eine selbsttätige Aufwickelvorrichtung für das Papier zu schaffen, und es entstand die aus Textabb. 4 ersichtliche Ausführung der Betriebsschauuhr.

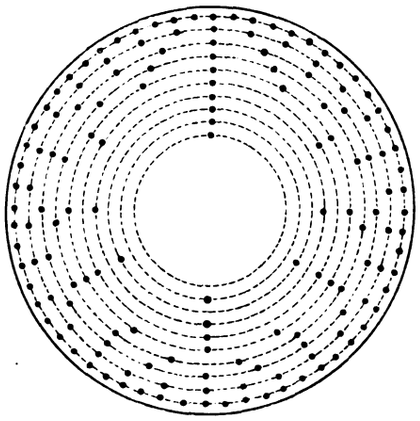


Abb. 3. Anordnung der Kontaktstifte an der Kontaktuhr.

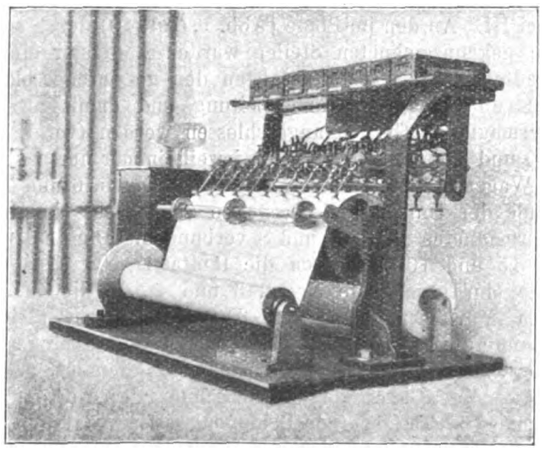


Abb. 4. Betriebsschauuhr mit Papieraufwickelung.

Bei dieser sind drei Rollen vorhanden; von der hinteren läuft das Papier über die Hauptrolle hinweg nach der vorderen Aufwickelrolle. Die Hauptrolle und die mit ihr durch eine Kette verbundene Aufwickelrolle werden durch das Uhrwerk mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit angetrieben. Die aus der Textabb. 4 ersichtlichen drei Druckräder unterstützen den Transport des Papierstreifens. Die vordere und die hintere Rolle sitzen auf beweglichen Schlitten und können in kürzester Zeit ausgewechselt werden. Die Geschwindigkeit des Uhrwerks und damit die Abrollgeschwindigkeit des Papierstreifens kann durch Windflügel verschiedener Gröfse, die mit dem Uhrwerk in Verbindung stehen, verändert werden. Auf diese Weise ist es möglich, jede beliebige Geschwindigkeit je nach den Erfordernissen einzustellen.

Parallel mit jedem Markiermagneten ist ein Zähler geschaltet, der die Zahl der Kontakte und somit der zu erfassenden Einzelereignisse anzeigt. Die aus den Textabb. 1 und 4 ersichtlichen, im Fernsprechbetrieb verwendeten Zähler arbeiten leider bei schnell hintereinander folgenden Kontakten nicht vollkommen einwandfrei.

Als Stromquelle werden sechs hintereinander geschaltete Elemente mit einer Spannung von zusammen 12 Volt verwendet. Der Stromverbrauch ist gering, da die Zeit der Kontaktgebung nur kurz ist.

Als Zuführungsleitung von den einzelnen Beobachtungspunkten nach den Markiermagneten der Uhr dienen an den Stellen, wo dauernd oder wenigstens öfters Zeitaufnahmen stattfinden sollen, vorschriftsmäfsig eingebaute Kabel. Bei Einzelbeobachtungen wird Gummiaderdraht zwischenzeitlich verlegt. Es hat sich als zweckmäfsig herausgestellt, nicht die Erde, sondern besondere Leitungen als Rückleitung vorzusehen.

Die Kontaktgebung an den Beobachtungsstellen bereitete gröfsere Schwierigkeiten als ursprünglich angenommen worden war. Es wurden zunächst die im Sicherungswesen verwendeten Schienenstromschliefser der Firma Siemens & Halske benutzt, bei denen eine Kontaktgebung mittelst Quecksilber infolge Durchbiegung der Schiene erzeugt wird. Diese Schienenstromschliefser sind jedoch dort, wo es sich um genaue Aufzeichnung

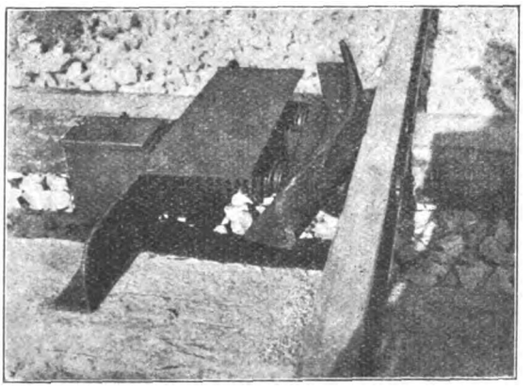


Abb. 5. Seitlich wirkender Radtaster.

jeder einzelnen Achse handelt, nicht verwendbar, da das Quecksilber nach jedem Kontakte zu langsam zurückfliefst.

Bei der aus Textabb. 5 ersichtlichen Konstruktion wird der Kontakt dadurch erzeugt, dafs ein im Ruhezustand durch zwei kräftige Federn an den Kopf der Schiene geprefstes Winkeleisen durch den Radflansch seitwärts gedrückt wird. Diese Konstruktion hat den Nachteil, dafs zur Befestigung die Schienen angebohrt werden müssen und dafs die Räder leichter Wagen (Gattung Ho) das Winkeleisen nicht zur Seite drücken, sondern auf die Schiene aufsteigen und dadurch u. U. entgleisen können. Auch ist das Gewicht verhältnismäfsig grofs.

Die von der Firma Siemens & Halske gelieferten Radtaster (Textabb. 6) haben sich im allgemeinen gut bewährt. Sie sind nicht zu teuer, haben ein geringes Gewicht und sind leicht an den Schienen anzubringen. Als Nachteil hat sich nur herausgestellt, dafs die Federung des Bügels zu schwach und der Bügel selbst zu lang ist. Hierdurch treten beim schnellen Überfahren, namentlich durch Lokomotiven mit meist geringen Radständen starke Schwingungen auf und es entstehen zuviel Kontakte. Dieser Übelstand wurde durch Einziehen stärkerer Federn und durch Verkürzen des Bügels vermindert. Der gröfste Nachteil dieses Radtasters ist die leichte Bewegbarkeit des Bügels; schon durch blofses Niederdrücken mit der Hand kann ein Kontakt erzeugt werden; aber auch unbeabsichtigt wurden Fehlkontakte hervorgerufen

Digitized by Google

z. B. beim Beseitigen des Schnees, beim Weichenreinigen usw. Dies ist besonders unerwünscht bei Feststellung von Leistungen, die als Grundlage zur Bemessung von Rangierprämien usw. dienen sollen.

Vorstehend geschilderter Nachteil wurde bei der aus Textabb. 7 ersichtlichen Konstruktion des Schweizer Ingenieurs Zaugg in bedeutend geringerem Mafse beobachtet. Die stark abgefederte Fühlschiene setzt anderen Drücken als denen von Radachsen einen erheblich gröfseren Widerstand entgegen. Unbeabsichtigte Kontaktgebungen sind bei dieser Konstruktion ausgeschlossen. Leider ist der Preis dieses Radtasters noch verhältnismäfsig hoch.

Der Bau von preiswerten Radtastern und Zählwerken, die bei gröfseren Geschwindigkeiten, kurzen Radständen und geringen Achsdrücken noch einwandfreie Kontaktgebung und Zählung ermöglichen, ohne dafs sie von Hand oder durch

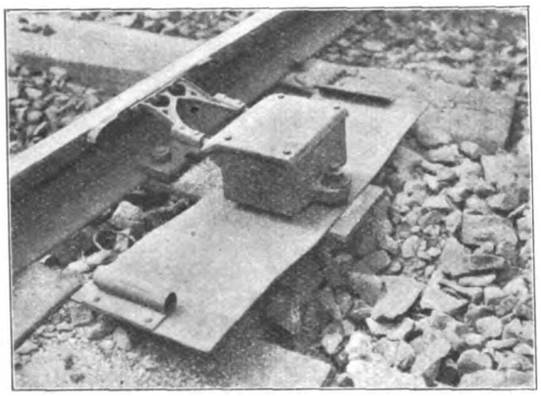


Abb. 6. Radtaster mit Hebel.

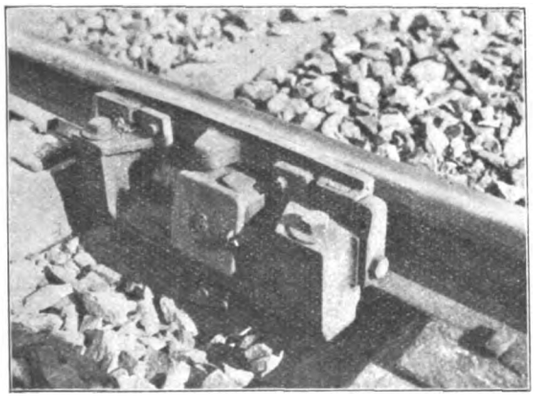


Abb. 7. Radtaster mit Fühlschiene.

andere Ursachen leicht bewegt werden können, ist von gröfster Bedeutung. Die nachstehenden Ausführungen, sowie die von Bäseler (Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1919, Hefte 2 und 5) und Rosenfeld (Verkehrstechnische Woche 1926, Heft 5) lassen erkennen, dafs für weite Gebiete des Eisenbahnwesens eine einwandfreie Lösung dieser Aufgabe von Wert ist.

Als Beispiel für die Anwendbarkeit der Betriebsschauuhr in Verbindung mit einer Radtasteranlage werden nachstehend drei Aufnahmen vom Verschiebebahnhofe Chemnitz-Hilbersdorf gebracht, die eine genaue Darstellung von sämtlichen Vorgängen auf dem Ablaufberge bringen sollten.

Wie aus dem Lageplane (Abb. 1, Taf. 40) zu ersehen ist, fahren die von den Einfahrgruppen kommenden Schleppzüge über die Gleise 15 und 100, die Übergabezüge von Chemnitz Hauptbahnhof über Gleis 52 und 121a nach dem Ablaufberge. Die Maschinen fahren auf den Gleisen 51 und 117 wieder zurück. Die Zugzerlegung erfolgt in den Ablaufgleisen 119 bis 127, unmittelbar vor den Hauptverteilungsweichen. Die Wagen bzw. Gruppen laufen dann durch die sog. Unterverteilungsstellen (im Plan mit Uvst. bezeichnet) nach den drei Richtungsgleisgruppen Dresden, Zwickau und Riesa. Der Plan läfst ohne weiteres erkennen, dafs der Ablauf durch jede Schleppzugauffahrt auf den Gleisen 15 und 100 unterbrochen wird. Zur Deckung des Ablaufs dienen die Hauptsignale 5 und 6.

Die Aufgabe bestand nun in der Feststellung

1. der Leistungen des Ablaufberges und der Unterverteilungsstellen, um einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der Anlage und die Belastung der Bedienenden zu erhalten;
2. der Unterbrechungen im Ablauf, insbesondere derjenigen, die durch die bergfahrenden Schleppzüge eintreten;
3. der Umlaufzeiten der Schleppmaschinen und der Aufenthaltszeiten auf dem Ablaufberge;
4. der Geschwindigkeiten und der Fahrzeiten der einzelnen ablaufenden Gruppen oder Wagen und
5. des Einflusses der Gleisbremsen.

Zur Lösung dieser Aufgaben wären bei Verwendung von Zeitnehmern, wie ohne weiteres ersichtlich ist, sehr viel Leute nötig gewesen. Aufserdem hätte die Zusammenstellung und Auswertung der Einzelbeobachtungen grofsen Zeitaufwand erfordert. Die mechanisierte Beobachtung mit Hilfe der Betriebsschauuhr dagegen gestaltete die Aufnahme einfach und ermöglichte, wie die nachstehenden Ausführungen zeigen werden, die Auswertung in kürzester Zeit.

Die Betriebsschauuhr erhielt ihren Standort in der Stellerei III. An den im Plane (Abb. 1, Taf. 40) durch schwarze Punkte gekennzeichneten Stellen wurden Radtaster eingebaut. Die Radtaster Nr. 1 bis 4 erfafsten den gesamten Ablauf; sie konnten an eine gemeinsame Leitung und damit an einen Markiermagneten (Nr. 5) angeschlossen werden (vergl. Abb. 2, Taf. 40 und Abb. 3, Taf. 41), da jeweils immer nur aus einem Gleise Wagen ablaufen können. Radtaster Nr. 5, 6 und 7 waren am Ende der Unterverteilungsstellen angebracht und mit den Markiermagneten Nr. 6, 7 und 8 verbunden. Die Schleppgleise 121a, 15 und 100 erhielten die Radtaster Nr. 8, 9 und 10 und die Markiermagnete Nr. 2, 3 und 4. In die Zuleitungen zu den Markiermagneten Nr. 3 und 4 waren gleichzeitig Flügelkontakte an den Hauptsignalen 5 und 6 eingeschaltet, um das Stellen und Zurücknehmen des Signales und somit die notwendige Dauer der Unterbrechung des Ablaufes mit zu erfassen. Die Talfahrt der Schleppmaschinen auf den Gleisen 51 und 117 wurde durch die Radtaster 11 und 12 und durch die Markiermagnete Nr. 9 und 10 aufgezeichnet. Markiermagnet Nr. 1, der mit der Kontaktuhr verbunden war, zeigte die Zeit bei jeder vollen Minute oder Sekunde an. Die Bedienung der Schauuhr und der Kontaktuhr oblag einem Zeitnehmer, der aufserdem die Nummern der einfahrenden Schleppzüge, die Normalzeit und sonstige für die Auswertung wichtige Angaben auf den ablaufenden Papierstreifen neben die betreffenden Ausschläge zu vermerken hatte.

Zunächst wurde, um einen allgemeinen Überblick zu erhalten, eine 24stündige Aufnahme mit langsamer Geschwindigkeit der Schauuhr (1 mm/Min.) ausgeführt. Abb. 3, Taf. 41 zeigt hiervon eine etwa 4stündige Teilaufzeichnung.

Aus dieser Aufnahme war zu ersehen, nach welcher Richtung hin sich eine eingehendere Untersuchung zu erstrecken hatte. Für diese wurde, wie aus Abb. 2, Taf. 40 ersichtlich ist, eine Papiergeschwindigkeit von etwa 1 cm/Min. gewählt,

Digitized by Google

um die Zeitabstände der durch die Radtaster erzeugten Ausschläge der Markiermagnete messen zu können.

Zur Erläuterung der Abb. 2, Taf. 40 diene folgendes: Der im Gange befindliche Ablauf des Zuges 5303 aus Gleis 124 (vergl. Linie 5) mufste unterbrochen werden, da auf Gleis 15 ein Schleppzug (Zug 9757 mit 78 Achsen nach Gleis 125) im Anfahren war. Nachdem $8^{\underline{02,2}}$ der Ablauf abgebrochen und die letzte, acht Achsen starke Gruppe die Hauptverteilungsweichen verlassen hatte, wurde sogleich das Signal 5 auf »frei« gestellt (erster Einzelausschlag auf Linie 3); der inzwischen ganz nahe herangekommene Zug fuhr am Signal vorüber, das sofort wieder zurückgenommen wurde (vergl. Linie 3). Der einfahrende Zug kennzeichnet sich nochmals, und zwar in der Linie 5, da er ja, um in die Ablaufgleise zu gelangen, die Hauptverteilungsweichen durchfahren mufs. Aus den Aufzeichnungen erkennt man, dafs der Fahrdienstleiter bestrebt gewesen ist, die Unterbrechung so kurz wie möglich zu halten. Er liefs nicht nur den Zug ziemlich nahe an das Signal herankommen, bevor er den Ablauf unterbrach und das Signal somit auf »frei« stellen konnte, sondern er nahm auch kurz nach der Durchfahrt des Zuges durch die Hauptverteilungsweichen den Ablauf von Zug 5303 wieder auf. Dieser war $8^{\underline{14,7}}$ beendet. Der Abstand bis zum Beginn des nächsten Ablaufes (Zug 9705/5476 aus Gleis 121) zeigt die Zeit (1,4 Min.) an, die die Ablaufmannschaft zum Gleiswechsel benötigte. Der Ablauf des Zuges 9705/5476 wurde zweimal unterbrochen, und zwar durch die auf Gleis 100 und 15 auffahrenden Schleppzüge 6686 (66 Achsen auf Gleis 124) und 9242 (48 Achsen auf Gleis 127). Welche Unsicherheit die kreuzenden Schleppzugeinfahrten bringen, zeigt dieses Beispiel deutlich. Beide Schleppzüge waren kurz hintereinander gemeldet worden, was der Ablaufmannschaft vom Fahrdienstleiter durch Stellen der Räumungssignale angezeigt wird. Infolgedessen wartete der Ablaufmeister nach der Durchfahrt des Schleppzuges 6686 mit dem Wiederbeginn des Ablaufes. Da sich jedoch die Ankunft des Zuges 9242 verzögerte, nahm er nach fünf Minuten den Ablauf der restlichen zehn Achsen auf. Es waren jedoch erst acht Achsen abgelaufen, als der Zug 9242 herankam. Um diesen nun vor dem Signal in einer Neigung 1:100 nicht stellen zu müssen, mufsten die beiden letzten Achsen des ablaufenden Restes bis nach Durchfahrt zurückgehalten werden. Der nächste Zug (8187/9785 von Gleis 123) lief ohne Unterbrechung ab. Der $8^{\underline{19,7}}$ auf Gleis 121a aufgefahrene Schleppzug 12427 mit 119 Achsen auf Gleis 119 (vergl. Linie 2) unterbrach den Ablauf nicht, da die Einfahrten über 121a die Hauptverteilungsweichen nicht berühren (vergl. Teilplan Abb. 1, Taf. 40).

Die Darstellung läfst ferner ohne weiteres erkennen, wie die durch die kreuzenden Einfahrten eintretenden Verluste an Ablaufzeit dadurch unnötig grofs werden, dafs die Signale zu weit von der Kreuzungsstelle entfernt liegen. Dies tritt deutlich an dem Zeitunterschied zwischen dem Ausschlag des Signalflügels auf Linie 3 oder 4 und dem Ausschlag der ersten Achse des auffahrenden Schleppzuges auf Linie 5 hervor (vergl. z. B. Züge 9757 und 6686). Diese Zeitspanne wäre bedeutend geringer, wenn die Signale näher an den Hauptverteilungsweichen ständen. Linie 5 gibt aufserdem ein deutliches Bild von der aufserordentlich feinen Zerlegung der ablaufenden Züge; nur wenige Gruppen haben 4 und mehr Achsen. Aus den Linien 6, 7 und 8 ersieht man die Verteilung der einzelnen Gruppen auf die drei Hauptrichtungen Dresden, Zwickau und Riesa. Die zurückfahrenden Schleppmaschinen erscheinen auf den Linien 9 und 10. Die Dauer ihres Aufenthaltes auf dem Ablaufberge ist aus dem Abstande zwischen dem ersten Ausschlage des Zuges, den sie geschleppt hatten, auf Linie 5 und dem Ausschlage auf Linie 9 oder 10 ohne weiteres abzulesen.

Aufser den vorstehend beschriebenen Beispielen verschafft die Darstellung durch die Betriebsschauuhr auf Abb. 2, Taf. 40 noch eine ganze Reihe von Erkenntnissen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll (z. B. Stärke des Zulaufes aus den verschiedenen Zügen nach den drei Unterverteilungsstellen, Beanspruchung der Mannschaften, Achsfolgezeiten, Einflufs ablaufender Gruppen auf diese, Geschwindigkeiten der auffahrenden Züge usw.).

Die zeichnerische Darstellung hat sich auch bei den Verhandlungen mit der Beamten- und Arbeiterschaft gut bewährt. Gegen die Aufnahmen von Zeitnehmern wird immer wieder der Einwand erhoben, dafs die Möglichkeit eines Irrtums besteht; die Aufnahmen durch die Betriebsschauuhr dagegen sind einwandfreie Beweisstücke.

Ein drittes Beispiel für die vielseitige Verwendbarkeit der Betriebsschauuhr geben die auf Abb. 1, Taf. 41 dargestellten Untersuchungen des Ablaufes einzelner Wagen aus Gleis 124 über die Unterverteilungsstelle nach der Richtungsgleisgruppe Riesa (vergl. Abb. 1, Taf. 40). Die Aufgabe bestand darin, die Zulaufgeschwindigkeit des Ablaufzuges, die Geschwindigkeiten und Folgezeiten der einzelnen Wagen oder Gruppen auf der Ablaufstrecke und den Einflufs der zwei aus dem Lageplan ersichtlichen Gleisbremsen festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden in Gleis 124 ein weiterer Radtaster (Nr. 17) und am Anfang und Ende der beiden Bremsstrecken je zwei weitere Radtaster (Nr. 13 und 14 sowie 15 und 16) eingebaut. Da die Anlage keinen festen Ablaufpunkt hat, liefsen sich die Stellen, an denen sich die abrollenden Gruppen vom Zuge lösen, nicht selbsttätig, sondern nur durch örtliche Beobachtung feststellen. Dies geschah in der Weise, dafs vom Radtaster 3 aus als Nullpunkt bergwärts ein Mafsstab an den Schienen angebracht wurde, an dem ein Zeitnehmer den jeweiligen Ablaufpunkt unter gleichzeitiger Feststellung der Zeit an einer mit der Kontaktuhr übereinstimmenden Stoppuhr abzulesen hatte. Die übrigen für die Beobachtung wichtigen Angaben (wie Gattung und Gewicht des Wagens, Radstand, Anzahl der Achsen usw.) wurden besonders aufgenommen. Der Anfang des jeweiligen Bremsweges in den Gleisbremsen mufste ebenfalls an Ort und Stelle abgelesen werden. Die Schreibfedern an der Betriebsschauuhr wurden mit Hilfe eines an der Uhr angebrachten Mafsstabes in entsprechende Abstände von einander gebracht wie die zugehörigen Radtaster. Die Uhr lief ohne Windflügel, damit die gröfstmöglichste Geschwindigkeit erreicht wurde (1,8 mm/Sek.).

In den ausgezogenen Linien 3, 5, 6, 8, 9, 11 und 12 sowie 1 und 13 erscheint die selbsttätige Aufnahme durch die Radtaster Nr. 17, 3, 13, 14, 15, 16 und 7 sowie durch die Kontaktuhr. Ergänzt wurden diese Aufzeichnungen bei der Auswertung aus der nachstehenden Zusammenstellung durch den Eintrag der gestrichelten Linien, die die gemessenen Ablaufpunkte und -zeiten der einzelnen Wagen (Linien 4) und die Bremswege in den Gleisbremsen (Linie 7 und 10) darstellen.

Die jeweilige Geschwindigkeit des Ablaufzuges läfst sich aus den Ausschlägen der einzelnen Achsen in Linie 3 (Zeit) und den Radständen in der Zusammenstellung (Weg) genügend genau ermitteln. Sie wurde in Linie 2 aufgetragen. Die Anfangsgeschwindigkeit jeder einzelnen frei abrollenden Gruppe ist gleich der Geschwindigkeit des Zuges zum gleichen Zeitpunkte. Wenn man die Ausschläge jeder Achse beim Befahren der verschiedenen Radtaster, sowie die entsprechenden Zeitpunkte des Ablauf- und Bremsbeginnes miteinander verbindet (auf Abb. 1, Taf. 41 durch strichpunktierte Linien), so erhält man ohne weiteres die tatsächlichen Zeitwegelinien für die einzelnen Wagen. Der Vorteil dieser einfachen Darstellung liegt auf der Hand. Es ist möglich, mit einem geringsten Aufwande theoretische Berechnungen von Ablaufanlagen für eine beliebig grofse Zahl von Wagen praktisch nachzuprüfen, die Geschwindigkeiten der Ablaufgruppen an allen den Punkten festzustellen,

Digitized by Google

Zusammenstellung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wagen												
Lfde. Nr. im Zuge	Gattung	Beladen oder leer	Gewicht (t)	Anzahl der Achsen	Radstand m	Besetzte Bremse (b) Fremdwagen (F)	Ablauf aus Halt (H) oder Bewegung (B)	Zeitpunkt des Loslösens am Zuge (Uhrzeit)	Ablaufpunkt der letzten Achse der Gruppe m	Nach Uvst. Dresden (D), Zwickau (Z) oder Riesa (R)	Länge des Bremsweges in der Gleisbremse I m	Länge des Bremsweges in der Gleisbremse II m
Nr. 1 bis 15 usw.												
16	G	beladen	15	2	7,0	—	B	2⁰11′41″	48,2	D	—	—
17	SS	„	47	4	12,0	b	„	2⁰12′ 8″	48,2	R	—	—
18	O	„	30	2	4,5	—	„	2⁰12′31″	42,2	R	9,0	8,5
19	G	„	16	2	4,5	—	„	2⁰12′44″	42,2	Z	—	—
20	P	„	25	2	4,0	—	H	2⁰13′16″	21,0	R	9,0	5,0
21	O	„	24	2	4,0	—	H	2⁰13′32″	22,8	R	10,0 [1])	12,0 [2])
22	G	„	14	2	4,5	F	B	2⁰24′ 1″	21,0	Z	—	—
23	G	„	24	2	4,5	—	„	2⁰24′13″	20,5	D	—	—
24	R	„	23	2	6,0	—	„	2⁰24′28″	20,0	D	—	—
usw.												

[1]) Auf den P-Wagen aufgestofsen.

[2]) Stehengeblieben.

an denen sich Radtaster befinden und auch genaue Widerstandswerte für Strecken in Bogen und Neigungen für die verschiedensten Wagengattungen usw. ohne grofsen Zeitaufwand zu bestimmen. Besonders wertvoll dürfte es sein, dafs diese Messungen auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen mit einwandfreier Genauigkeit durchgeführt werden können.

Die Geschwindigkeiten der auf Abb. 1, Taf. 41 untersuchten Wagen an den verschiedenen Radtastern sind in Schaulinien dargestellt (siehe Abb. 2, Taf. 41).

Diese Schaulinien gestatten, die Lage und Wirkungsweise der Gleisbremsen bei bestehenden Anlagen genau zu beurteilen und geben hierdurch Anhaltspunkte für den Entwurf von Neuanlagen. Dies ist für Gefällbahnhöfe um so wichtiger, als die Leistungsfähigkeit dieser Bahnhöfe durch die sog. Zwischenhemmungsstellen in hohem Mafse beeinflufst wird, weil auf der einen Seite eine ungenügende Abbremsung leicht die Ursache zu Schadensfällen durch Hemmschuhversager, zu starkes Angehen an die stehenden Wagengruppen in den Richtungsgleisen usw. sein kann, während auf der anderen Seite ein zu grofser Bremsweg zu einem Sitzenbleiben der Wagen in den Gleisbremsen führt, was ebenfalls Schadensfälle mit sich bringen oder einen die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges beeinträchtigenden Rückstau erzeugen kann. Wie notwendig für die Gleisbremser ein richtiges Gefühl für die betrieblichen Erfordernisse ist, zeigt die Ablaufuntersuchung auf Abb. 1, Taf. 41. Der erste dargestellte Wagen (Nr. 16 der Zusammenstellung) ging nach der Richtungsgruppe Dresden, kam also für die vorliegende Untersuchung nicht in Frage. Der nächste Wagen (Nr. 17) war ein beladener SS-Wagen, der mit einem Bremser besetzt war. Die Zeitwegelinie dieses Wagens zeigt, ebenso wie die Geschwindigkeitsschaulinie in Abb. 2, Taf. 41, dafs der Wagen mit ziemlich gleichbleibender Geschwindigkeit die Beobachtungsstrecke durchfahren hat. Der nächste Wagen (Nr. 18) war ein beladener O-Wagen von 30 t Gewicht. Der Ablaufmeister hatte, um den Abstand dieses Wagens von dem vorhergehenden Vorsichtswagen etwas zu vergröfsern, den Ablaufpunkt um 6 m nach vorwärts verlegt. Der Wagen lief mit rasch zunehmender Geschwindigkeit bis zur Gleisbremse I, in der er von 4,08 auf 2,33 m/Sek. abgebremst wurde. Seine Geschwindigkeit nahm bis zur Gleisbremse II wenig zu, so dafs er für den Auslauf in die Richtungsgruppe nur wenig abgebremst zu werden brauchte. Der vierte Wagen (Nr. 19, beladener G-Wagen) ging nach der Richtungsgruppe Zwickau. Dieser Wagen, der nur ein Gewicht von 16 t hatte, lief verhältnismäfsig schlecht und zwang den Ablaufmeister, den Ablaufpunkt um 21 m weiter nach vorwärts zu verlegen, ehe er den nächsten Wagen (Nr. 20, P-[Kessel-]Wagen von 25 t Gewicht) folgen liefs. Dieser P-Wagen lief gleichfalls schlecht, er brauchte 32 Sek. bis zur Gleisbremse I, in die er mit 3,66 m/Sek. Geschwindigkeit einfuhr. Obwohl der nächstfolgende Wagen (Nr. 21, beladener O-Wagen mit 24 t Gewicht) bereits im Anrollen war, bremste der Gleisbremser I fälschlicher Weise den P-Wagen ab, und zwar so stark, dafs er mit nur 0,72 m/Sek. Geschwindigkeit die Gleisbremse verliefs. Die Vergröfserung des Bremsweges auf 10 m genügte nicht, um den nachfolgenden O-Wagen nennenswert abzubremsen. Dieser verliefs mit 2,00 m/Sek. die Gleisbremse I und stiefs auf den P-Wagen auf, der hierdurch eine gröfsere Geschwindigkeit bekam. Der dicht folgende O-Wagen mufste nun, um einen Fehllauf zu vermeiden, in der Gleisbremse II angehalten werden. Es dauerte 38 Sek., bis er wieder in Gang gebracht werden konnte. Glücklicher Weise gingen, wie aus der Zusammenstellung zu ersehen ist, die nächsten drei Wagen nach den Unterverteilungsstellen Zwickau und Dresden, so dafs das Anhalten des O-Wagens in der Gleisbremse II sich nicht weiter ungünstig auswirkte. Es ist jedoch ohne weiteres zu ersehen, dafs auch die nachfolgenden Wagen hätten gestellt werden müssen, wenn sie nach der Gruppe Riesa gegangen wären, und dafs dann ein Rückstau auf den Hauptablauf unvermeidlich gewesen wäre.

Vorstehende drei Beispiele genügen, um die Vorteile einer mechanisierten Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste klarzulegen. Auch über den Rahmen von Arbeits- und Zeitstudien hinaus wird ein Weitergehen auf dem gezeigten Wege von Vorteil sein können. Es ist unbedingt notwendig, dafs die Betriebswissenschaft den verantwortlichen Betriebsleitern unserer wichtigeren Bahnhöfe Hilfsmittel in die Hand gibt, die diese, ähnlich wie die Betriebsleiter grofser industrieller Werke, in den Stand setzen, sich jederzeit über die Leistungen ihres Bahnhofes und einzelner wichtiger Betriebspunkte zu unterrichten. Die Betriebsschauuhr dürfte sich auch für diese Zwecke gut verwenden lassen.

Die wissenschaftliche Forschung sucht immer tiefer in die einzelnen Betriebsvorgänge einzudringen. Dabei wird es immer notwendiger, die Einzelheiten, die dem menschlichen Auge bei gewöhnlicher Beobachtung verborgen bleiben, deutlich in Erscheinung treten zu lassen, um auf diese Weise der gesamten Betriebswissenschaft durch einwandfreie Beobachtungsergebnisse der Praxis die erforderliche Grundlage zu geben. Selbsttätige Aufnahmen werden hierbei wegen ihrer Genauigkeit Voraussetzung sein.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Werkstätten, Stoffwesen.

Vermessen von Lokomotivradsätzen mit ungekröpften und gekröpften Achsen auf dem neuen A E G-Mefsstand.

Der Mefsstand dient zum Bestimmen der Hauptabmessungen ungekröpfter und gekröpfter Lokomotivradsätze, nämlich der Abmessungen der Achswellenlagerstellen, des Laufkreisdurchmessers, der Kurbellagerstellen, des Kurbelradius und Kurbelversetzungswinkels. Auf einer grofsen Grundplatte sind in der Mitte zwei verschiebbare Prismenlagerböcke aufgestellt, die den Radsatz aufnehmen. Ferner sitzen auf der Grundplatte zwei Reitstöcke (siehe Abb.), die oben die Mefspinolen führen. Die Pinolen werden in Richtung der Radachswelle vorgeschoben. Auf ihnen befindet sich eine Millimeterteilung, die am Reitstock mit Nonius abgelesen, den jeweiligen Ab-

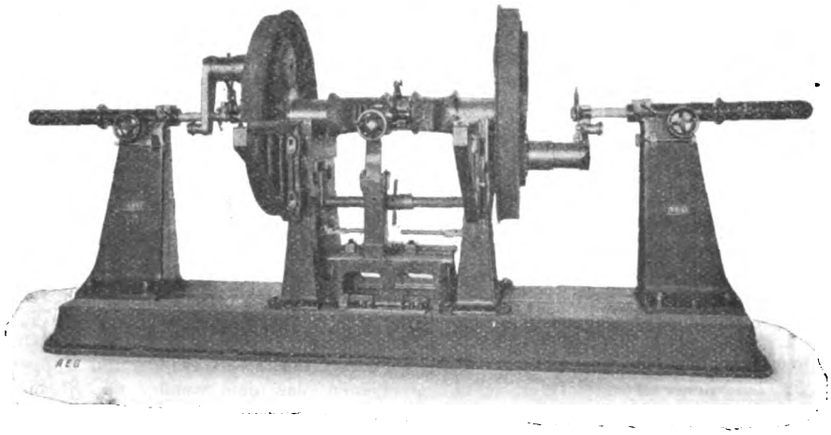
Digitized by Google

stand des Pinolenendes von der Mefsstandmitte angibt. An den Lagerböcken ist zum Aufsetzen von Mefsinstrumenten je eine Konsole angebracht. Auf jeder der Konsolen ist eine genau mit der andern übereinstimmende Millimeterteilung angebracht um das Parallelleinstellen der Instrumente zur Radachswelle zu ermöglichen.

Die Radsatzbreite wird durch das Anlegen der Pinolen an der Aufsenseite des Radsatzes festgestellt, worauf die Radsatzmitte genau in die Mitte des Mefsstandes gebracht wird. Durch eine Vorrichtung, die auf die Konsole gestellt wird, wird die Radsatzmitte angekörnt. Mit demselben Instrument, das seitlich verschiebbare Arme mit Profilschiebern trägt, werden auch die Abweichungen der Achslagerbundseiten von der Mitte der Lagerstelle bestimmt. Der Radreifeninnenabstand und die Abweichungen vom Normallaufkreisdurchmesser werden durch eine ebenfalls auf die Konsole gesetzte Vorrichtung mit verschiebbaren Mefsschuhen bzw. Mefsschrauben bestimmt.

Zur Festlegung der Abmessungen der Achslagerstellen der Aufsen- und Gegenkurbeln, des Kurbelradius und der Kurbelversetzungswinkel werden die Mefsvorrichtungen drehbar auf die Pinolen aufgesetzt.

Die Bestimmung des Kurbelradius erfolgt auf dem Umwege einer Vergleichsmessung. Auf einer Stahlplatte werden in Entfernung des jeweils zu messenden Kurbelradius zwei geschliffene Mefszapfen eingeschraubt. Die Schenkel einer unter 45° schräg stehenden Schiebelehre werden an den vorläufigen Kurbelzapfen so gelegt, dafs dieser von drei Seiten umfafst wird. Gleichzeitig wird eine Mefsuhr, die an einer vertikalen Schiebelehre sitzt, nach einem bestimmten Endmafs auf Null eingestellt. Diese vertikale Schiebelehre ist mit der schräg stehenden stark verbunden, jedoch im Führungsstück seitlich verschiebbar. Bei der Messung des Kurbelradius am Radsatz wird dann mit Hilfe der Mefsuhr die Abweichung vom Sollmafs auf $^1/_{100}$ mm genau bestimmt. Dieselbe Vorrichtung dient auch zur Bestimmung des Kurbelversetzungswinkels. An dem auf der Pinole drehbar aufgesetzten Führungsstück mit den Schiebelehren sitzt ein Kreisbogen mit Gradteilung. Auf der Pinole wird ein Kreisnonius, der mit einer Wasserwage genau ausgerichtet wird, festgeklemmt. Die Schiebelehre liegt in der angegebenen Weise an dem Kurbelzapfen, worauf am Kreisnonius abgelesen wird. Auf der anderen Seite wird der Nonius ebenfalls mit der Wasserwage genau ausgerichtet und die Schiebelehre um den Kurbelzapfen gelegt. Die Differenz der beiden Ablesungen ergibt den Kurbelversetzungswinkel. Die Bestimmung des Versetzungswinkels der Gegenkurbel zur Kurbel erfolgt auf die gleiche Art. Die Schiebelehre wird dabei zuerst um den Kurbelzapfen und dann um den Gegenkurbelzapfen gelegt. Die Ablesungen erfolgen auf eine Minute genau.



Mefsstand zum Vermessen von Lokomotivradsätzen.

Bei der zuletzt besprochenen Art der Messungen ist ein vollkommen runder Kurbelzapfen vorausgesetzt. Ist dies nicht der Fall, so werden diese Messungen mit dem Universalkurbel- und Gegenkurbelapparat vorgenommen. („Aus der Werkstatt für die Werkstatt", Heft 4). Eine weitere Vorrrichtung dient zum Nachzentrieren des Radsatzes und zum Eindrehen der Kontrollkreise.

Zum Vermessen gekröpfter Achsen dienen die gleichen Instrumente, jedoch wird die Pinole von dem Mefsbock, der auf dem Gufssockel (siehe Abb.) zwischen den Rädern sitzt, geführt. Vg.

Lokomotiven und Wagen.

Normungsarbeiten an den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

In einem kürzlich in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage gab Oberregierungsbaurat Iltgen, Berlin, einen Überblick über die bereits durchgeführte Normung verschiedener Teile der vorhandenen Lokomotiven, die den Austauschbau und die Massenfertigung der Teile ermöglicht. Bei dieser Massenherstellung erweist es sich vielfach wirtschaftlicher, sie der modern eingerichteten Industrie zu überlassen, statt die eigenen Ausbesserungswerke dafür einzurichten. Schwierigkeiten bestanden darin, dafs Armaturen und Hilfsteile bei den alten Maschinen vielfach unmittelbar am Kessel gedichtet sind. So ging man dazu über, an den Befestigungsstellen Flanschen anzunieten, an denen die Teile wie Ventile, Hähne, Wasserstand, Dampfpfeife usw. durch Verschraubung befestigt werden und bei schlechten Sitzflächen leicht auswechselbar sind. Die Dichtung erfolgt hierbei nicht durch Linsen, sondern durch Dichtungsmaterial. Die Ausrüstungsteile sind normalisiert. So hat man das Einheitsventil geschaffen, dessen verschleifsbare Einzelheiten wie Spindel, Kegel, Verschlufsteilen leicht austauschbar sind. Das Ventilgehäuse kann die Lebensdauer der Lokomotive erreichen. Wo Dichtungslinsen wie bei den Auswaschluken nicht zu vermeiden sind, werden sie ebenfalls normalisiert. Ebenso sind die Hähne nach den DIN-Normen genormt und auf wenige Gröfsen beschränkt. —

Die vielen verschiedenen Roststäbe sind auf eine Form gebracht, wobei für die Stärke 16 mm und für den Rostspalt 14 mm als einheitliche Mafse gewählt wurden.

Bei den Treib- und Kuppelstangenlagern sind Stellkeile und Schrauben auf wenige Bauformen zusammengelegt. Auch die Tender-Achslager sind auf eine einheitliche Bauform gebracht und bei den Strahlpumpen sind viele Teile der Massenfertigung zugänglich gemacht. Sehr wichtig sind die Rohrverschraubungen, bei denen die Dichtung jetzt so durchgebildet ist, dafs Verstopfungen durch Dichtungsmaterial ausgeschlossen sind. Bremsen und Heizung spielen eine grofse Rolle bei der Unterhaltung. Verschleifsbare Teile erhalten Buchsen. Abnutzungen bei den Bolzen werden nur von $^1/_4$ zu $^1/_4$ mm Abstufung zugelassen. Auch bei den einzelnen Maschinenteilen sind Abnutzungsstufen vorgesehen, womit die Anpafsarbeit und Transporte sehr verringert worden sind. Bei den Lokomotiven T 8, T 12 und T 14 liegen die Handräder auf den Führerständen einheitlich.

Die Werkstätten müssen mit den erforderlichen Mefsgeräten ausgerüstet werden, um den bei austauschbarer Fertigung zu stellenden hohen Forderungen gerecht werden zu können. Aufser den Lehrdornen und Rachenlehren ist ein Endmefskasten, sowie ein Optimeter erforderlich, um die Lehrdorne und Mefsscheiben nachprüfen zu können. Sehr wichtig ist die Prüfung der Gewinde, wobei zu unterscheiden ist, ob es sich um solche zur Befestigung oder zur Abdichtung handelt. Flankenlehren und Flankenschrauben zur Feststellung der Gewindesteigung und des Flankenwinkels sind erforderlich. Der Flankendurchmesser mufs nachgeprüft werden, da ein Schrauben auch bei verschiedenen Durchmessern möglich ist. Die Muttern sind durch einen Lehrdorn zu prüfen. Bei der Dichtung spielt die Steigung keine so grofse Rolle wie der Flankenwinkel. Zur Prüfung der Gewinde wurden ein Zeifssches Werkstattmefsmikroskop, gute Flankenschrauben, sowie Mikrometer und Schublehren empfohlen. Aufserdem ist ein günstig gelegener Werkstattraum mit einem Zeifsschen Gewindemefskomparator und einem Interferometer für Absolutmessungen einzurichten.

Zu allem aber kommt die Erziehungsarbeit des Personals in den Werkstätten um dies für die wirtschaftliche Fertigung gelehrig zu machen. Alle Einrichtungen sind zu beschleunigen und durchzuführen, auch wenn sich die Erfolge nicht sofort zeigen. Bei den Einheitslokomotiven sind Austauschteile vorgesehen, doch liefsen sich diese bei den alten Lokomotiven nur in geringem Umfange verwenden.

Przygode.

Digitized by Google

Verschiebelokomotiven mit Benzinmotoren für die französische Staatsbahn.

Der Bahnhof St. Lazare in Paris liegt zum grofsen Teil im Einschnitt in einem dicht bewohnten Stadtviertel, er hat 29 Bahnsteiggleise und einen Eilgüterbahnhof, der fast ganz abgedeckt ist durch darüberliegende Lager- und Verladeräume. Die dauernden Klagen der Anwohner einerseits und die hohen Unterhaltungskosten an den dem Rauch der Lokomotiven ausgesetzten Eisenkonstruktionen veranlafsten die Staatsbahnverwaltung, die Verschiebelokomotiven mit Dampfbetrieb durch Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren zu ersetzen.

Die Lokomotiven haben 30 t Gewicht und können 500 t bei etwa 15 bis 18 km/h befördern. Der Motor (Benzinmotor von 100 PS) hat acht Zylinder in V-Anordnung, eine Scheibenkupplung und ein Getriebe mit 12 Geschwindigkeiten (1,2 bis 60 km/h). Er wird mit Prefsluft angelassen. Die Übertragung erfolgt mit Ketten auf die beiden Achsen. Die Lokomotive ist ausgerüstet mit elektrischer Beleuchtung, Handbremse, selbsttätiger und nichtselbsttätiger Luftdruckbremse. Alle für die Verschiebebewegungen notwendigen Handgriffe und Hebel sind am Führerstand doppelt angebracht, so dafs sich der Führer immer in die Richtung des besten Überblickes stellen kann.

Vier solcher Lokomotiven sind dauernd während 24 Stunden im Betriebe, zwei weitere dienen zur Reserve.

Die stündlichen Kosten werden wie folgt angegeben:

1. Betriebsstoffe: Benzin	fr.	9,15
Öl	„	0,85
2. Gehälter (Aufsicht, Führer, Schlosser usw.)	„	6,70
3. Unterhaltung	„	1,60
4. Abzahlung	„	4,50
	fr.	22,80

Die Ersparnisse gegenüber Dampfbetrieb sollen etwa 100% betragen.

Ho.

Buchbesprechungen.

Normblattverzeichnis*). Im Beuth-Verlag Berlin, SW. 19 ist ein neues Normblattverzeichnis erschienen, das den Stand der gesamten Normung im Herbst 1926 darstellt und zum Preis von 1,50 ℳ zu beziehen ist.

In den nunmehr fast neun Jahren seiner Tätigkeit hat der Deutsche Normenausschufs (NDI) etwa 1600 bezugsfertige Normblätter herausgegeben, von denen auf Lokomotivbau 237, Eisenbahnwagenbau 40, Eisenbahnwesen 4, Stoffe 29, Werkzeuge und Lehren 115, Maschinenteile 293 entfallen.

Die Normung im Eisenbahnwagenbau bearbeitet der Allgemeine Wagen-Normenausschufs (AWANA). Als fertige Blätter liegen vor: Einheitliche Benennungen der Wagenteile, Lochdurchmesser und ungleichschenklige Winkeleisen, Holznormen sowie ein Merkbuch für Austauschbau im Eisenbahnwagenbau. Umfangreiche Arbeiten sind im Gange, die sich auf das gesamte Gebiet des Eisenbahnwagenbaues beziehen. Alle Arbeiten werden in engster Fühlungnahme mit dem NDI durchgeführt.

Vom Allgemeinen Lokomotiv-Normenausschufs (ALNA) und dem Allgemeinen Wagen-Normenausschufs (AWANA) sind Normalblätter aufgestellt, die teilweise vollständig und teilweise in sehr vielen Abmessungen übereinstimmen. Damit nicht in solchen Fällen gleiche Normteile verschiedene Formbezeichnungen erhalten, sind diese Normen des ALNA und AWANA zu allgemeinen Dinormblättern unter der Gruppe „Eisenbahnwesen" vereinigt und somit auf eine breitere Grundlage gestellt worden

Die Arbeiten des Engeren Lokomotiv-Normenausschufses (ELNA) beziehen sich auf fast sämtliche Einzelteile von Lokomotive und Tender. In der Gruppe Grundnormen liegt jetzt eine gröfsere Zahl von fertigen Normblättern vor, wie z. B. über Zeichnungen, Einheitliche Benennungen von Lokomotiv- und Tenderteilen, Zeichnungsverzeichnis für Lokomotiven und Tender, Dinpassungen im Lokomotivbau, Gewinde, Stellringe, Bolzen, Verschraubungen, Schrauben, Muttern, Griffe und Handräder. — Die Kesselbauteile nehmen einen grofsen Teil unter den bisher vom ELNA geleisteten Normungsarbeiten ein. Auch hier konnten bereits umfangreiche Arbeiten zum Abschlufs gebracht werden, wie z. B. Roststäbe, Nietschrauben, Hinterkessel-Bodenringecken, Heiz- und Rauchrohre, Dome, Feuerlochringe, Waschluken, Funkenfänger, Stehbolzen, Bügelanker, Feuertüren, Feuerlochschoner und Schieberregler. — An Feinausrüstungsteilen liegen fertige Normblätter vor über Dampfpfeife, Selbstschlufs-Wasserstandsanzeiger, Wasserstandsschutz, Zapfenhähne, Durchgangshähne, Kohlenspritze und Wasserstandmarken. — Vom Laufwerk liegen bisher nur Blätter über Achslagerschalen vor. — Vom Triebwerk und Steuerung bestehen Normen über Kolbenstangen, Treib- und Kuppelstangen, Gelenkbolzen für Kuppelstangen, Steuerwellen und Steuerungsbolzen.

Die Normblätter über Wasserstandprüfhähne, Wasserstandablafshähne, Druckmesserhähne, Fenster, Kipproststäbe, Einfach-Schraubenschlüssel, Laternenstützen und Feuertüren-Klapptüren befinden sich im Druck und werden demnächst erscheinen. — Vor dem Abschlufs stehen die Normblätter über Flansche, Führerhaussitze, Armaturen und Rauchkammertüren.

Auch der ELNA steht mit den Arbeiten des NDI in engster Fühlung.

*) Vergl. Organ 1925, S. 536.

Die elektrischen Maschinen. Einführung in ihre Theorie und Praxis von Dr. Ing. M. Liwschitz. Verlag von G. B. Teubner in Leipzig, 1926. Preis gebunden 14.— RM.

Die Anwendung des elektrischen Stromes hat in den letzten Jahren im Eisenbahnbetrieb und in den Eisenbahnwerkstätten einen erheblichen Umfang angenommen. Die Entwicklung dieser Elektrizitäts-Kraftwirtschaft und die Neuerungen, die sich hinsichtlich der Ausführung der elektrischen Maschinen ergeben haben, verlangen auch von den in diesem Gebiete tätigen Eisenbahnfachleuten ein eingehenderes Studium des Aufbaues und der inneren Vorgänge bei den einzelnen Maschinenarten. Es sei hier nur an die Frage der Verbesserung des Leistungsfaktors, die seit der Bezahlung des Blindstromes von besonderer Bedeutung wurde und auf die zu diesem Zwecke eigens gebauten Maschinen hingewiesen. Es ist deshalb von besonderem Werte, ein Hilfsmittel an der Hand zu haben, das es ermöglicht, rasch und ohne sich zu sehr in Nebenerscheinungen verlieren zu müssen, dem Fachmann die Vorgänge in den Maschinen wieder vor Augen zu führen, damit er hieraus die entsprechenden Schlüsse für die Praxis ziehen kann.

Diese Möglichkeit bietet das vorliegende Werk, worin es der Verfasser verstanden hat, in leicht fafslicher Weise die Grundlage für das tiefere Eindringen in die Theorie der elektrischen Maschinen zu bringen. Zunächst sind die Grundgesetze über die Entstehung und die Wirkung der Wechselströme, der magnetische Kraftflufs und der Transformator behandelt. In den nächsten Abschnitten sind die Wicklungen und die charakteristischen Kurven der elektrischen Maschinen beschrieben; sodann folgen die Asynchron- und Synchronmaschinen und in den letzten drei Teilen die Kommutatormaschinen: die Gleichstrommaschine, der Einankerumformer und der Wechselstrom-Kommutatormotor mit einer Beschreibung der Phasenschieber. Die zahlreichen Abbildungen und häufig angewandten Vektorendiagramme tragen wesentlich zu einem leichteren Verständnis der theoretischen Betrachtungen bei. Das am Schlusse angefügte Literaturverzeichnis, aus dem Veröffentlichungen mit einer ausführlicheren Beschreibung des Stoffes entnommen werden können, bildet eine wertvolle Ergänzung des Werkes.

Schneider.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Wir werden von geschätzter Seite auf eine Unstimmigkeit in dem Aufsatz von Prof. G. Lomonossoff im Organ, Heft 18, 81. Jahrgang, Seite 366 aufmerksam gemacht. Die Angaben an dieser Stelle über die Hochdrucklokomotive von Henschel sind insofern unrichtig, als in dem Hochdruckteil des Kessels durch mittelbare Heizung Betriebsdampf von 60 at erzeugt wird, der direkt in einem zwischen dem Rahmen der Lokomotive liegenden Hochdruckzylinder verarbeitet wird. Die Wärmeübertragung an das Kesselwasser erfolgt nicht unmittelbar, sondern durch einen als Dampf und Wasser umlaufenden Wärmeträger, dessen Druck je nach Belastung 10 bis 30 at über dem Betriebsdruck des Hochdruckteiles liegt. Der Niederdruckteil des Kessels erzeugt wie bisher Arbeitsdampf von 14 at, der in den Aufsenzylindern entspannt wird.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen.

Abb. 1 bis 3. Anordnung der Kesselwaschanlage des Bahnbetriebswerkes Nürnberg Rbf.

Abb. 1. Draufsicht.

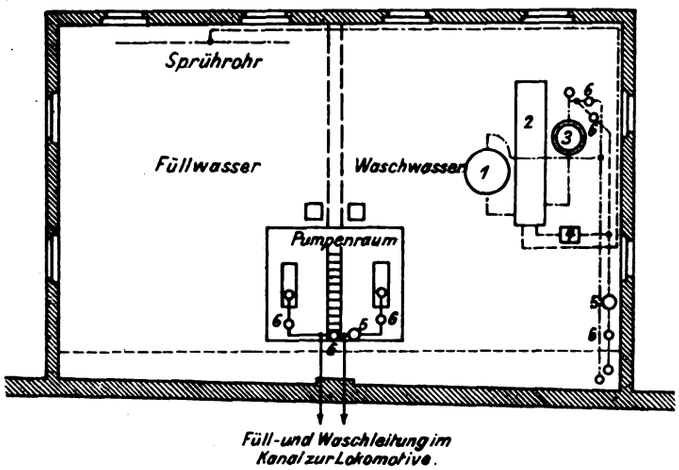


Abb. 2. Grundriß-Schnitt.

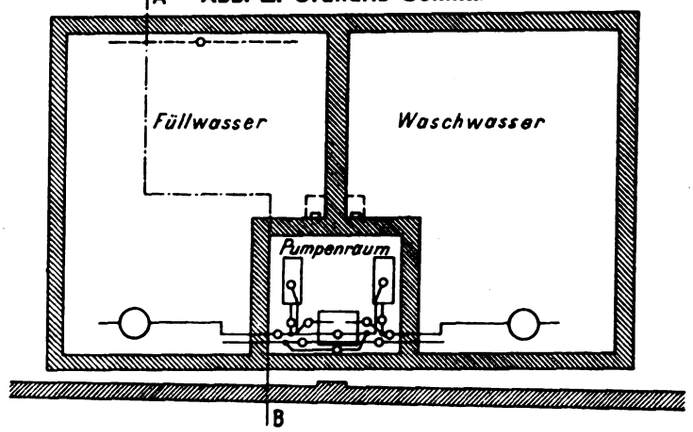


Abb. 3. Querschnitt A-B.

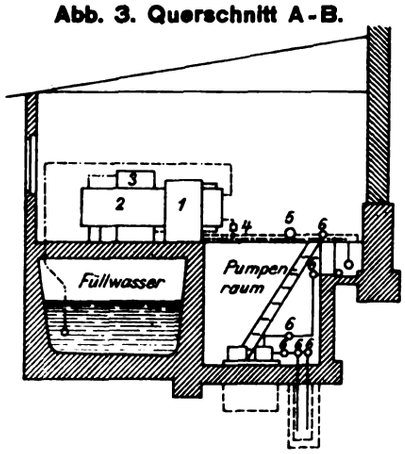
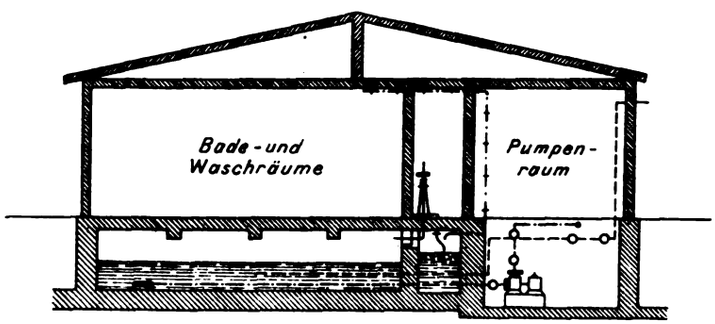


Abb. 4. Querschnitt C-D.



Erklärungen:

1 Schlammfänger
2 Gegenstromapparat
3 Schwimmer
4 Regulierventil
5 Wassermesser
6. Ventile
Dampf
Abwasserleitung
Frischwasser
Erwärmtes Frischwasser

Abb. 5. Draufsicht.

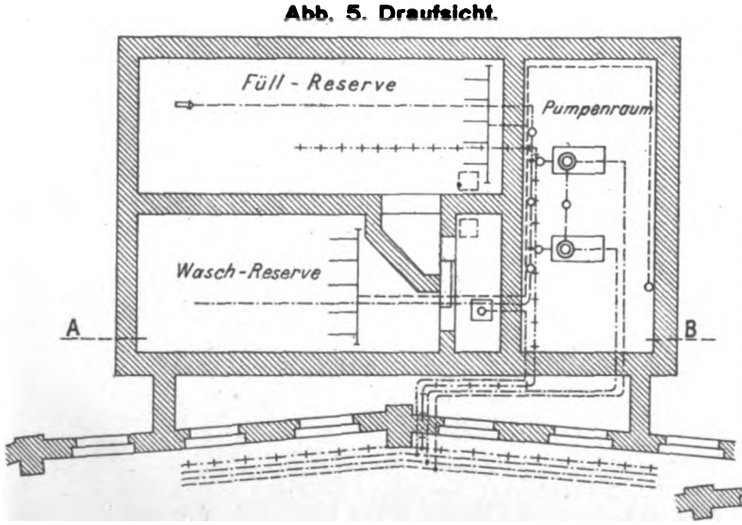


Abb. 6.

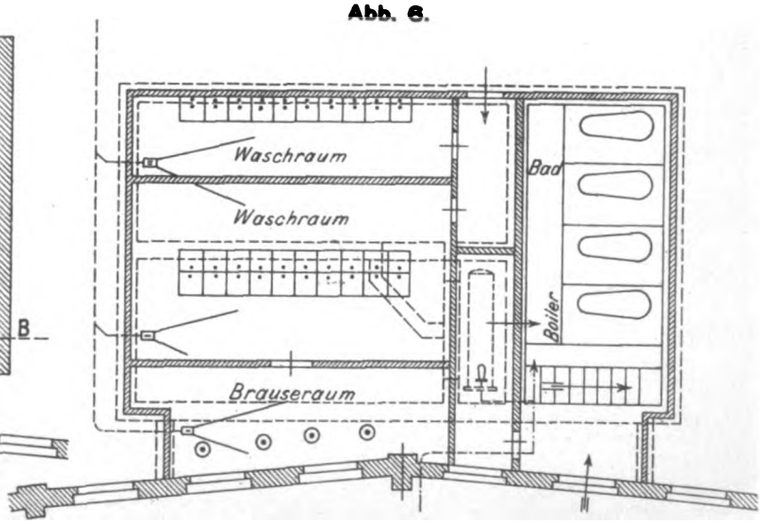


Abb. 4 bis 6. Anordnung der Kesselwaschanlage des Bahnbetriebswerkes Regensburg.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Über Mechanisierung von Arbeits- u

Abb. 1. Lageplan vom Ablaufberg in Chemnitz-Hilbersdorf.

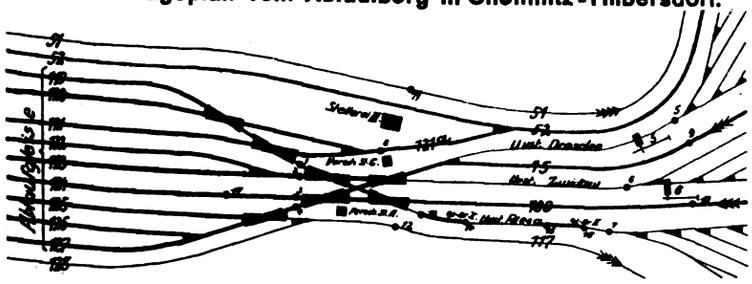
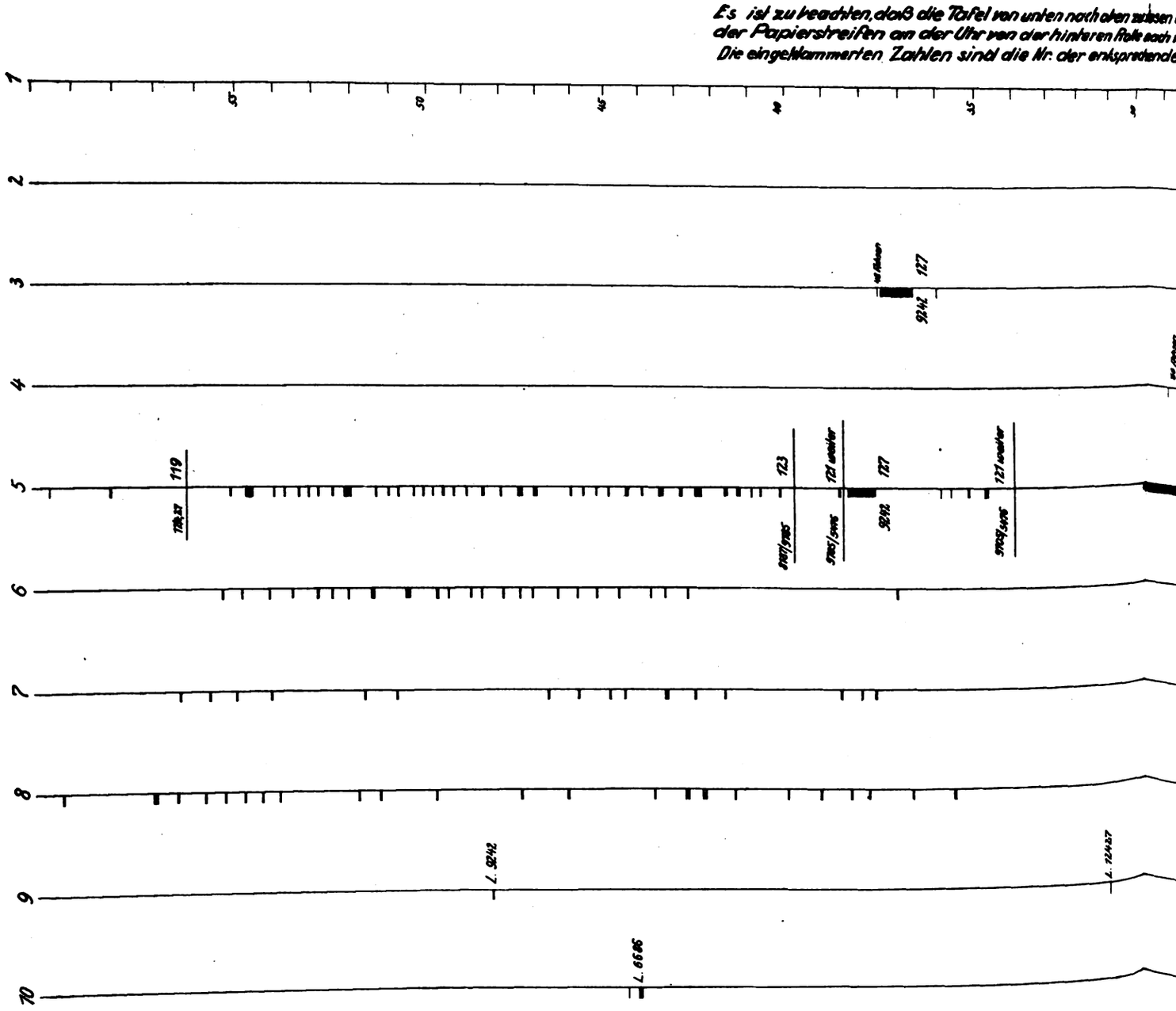


Abb. 2. Teilaufzeichnung der Aufnahme zu einer ei

Es ist zu beachten, daß die Tafel von unten nach oben zu lesen
der Papierstreifen an der Uhr von der hinteren Rolle nach
Die eingeklammerten Zahlen sind die Nr. der entsprechende



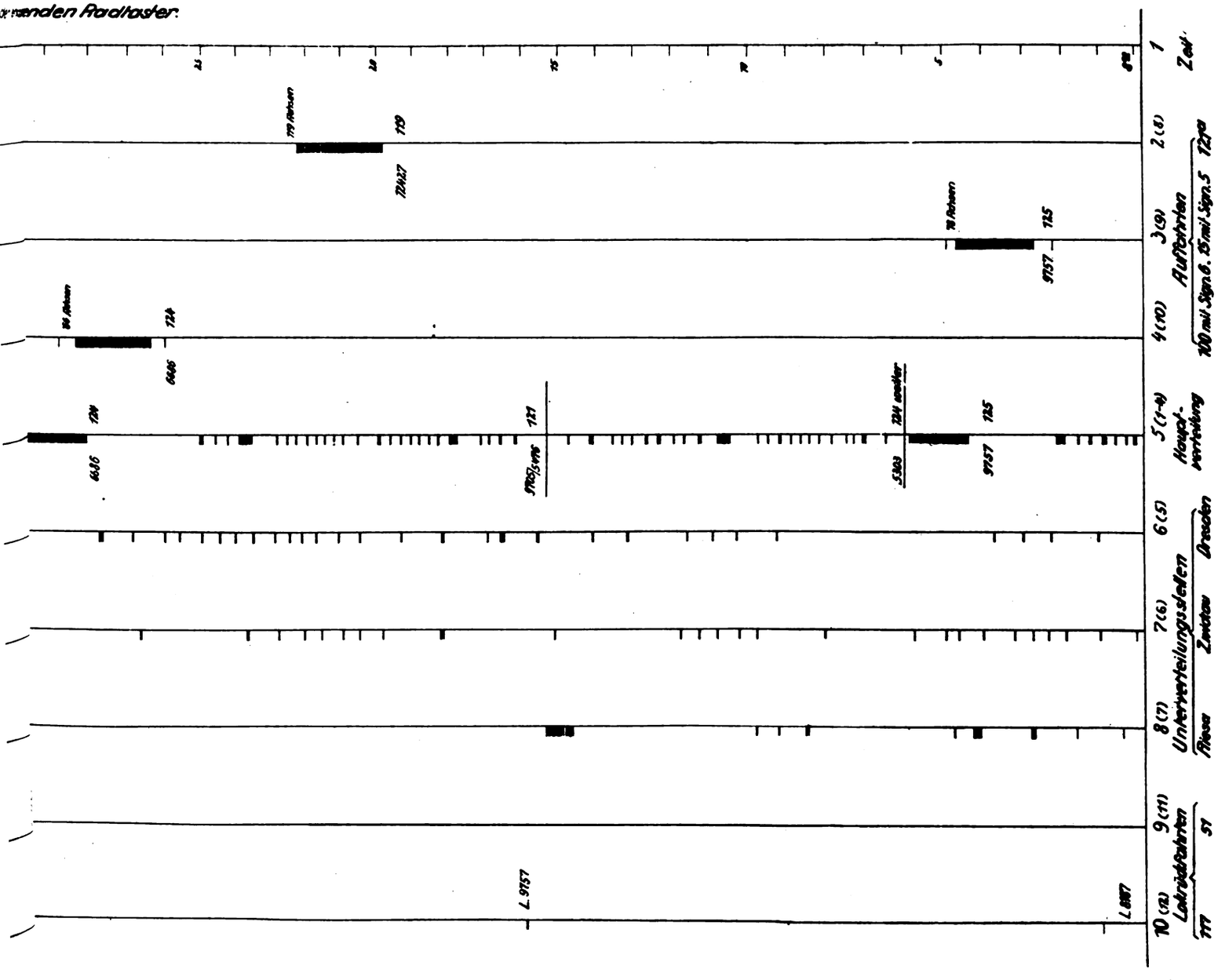
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Digitized by Google

Arbe- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste.

...er eingehenderen Untersuchung des Ablaufes.

...wesen ist, wie auch aus den Zeitangaben hervorgeht, da
...nach vorn zu läuft.
...enden Radtaster.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

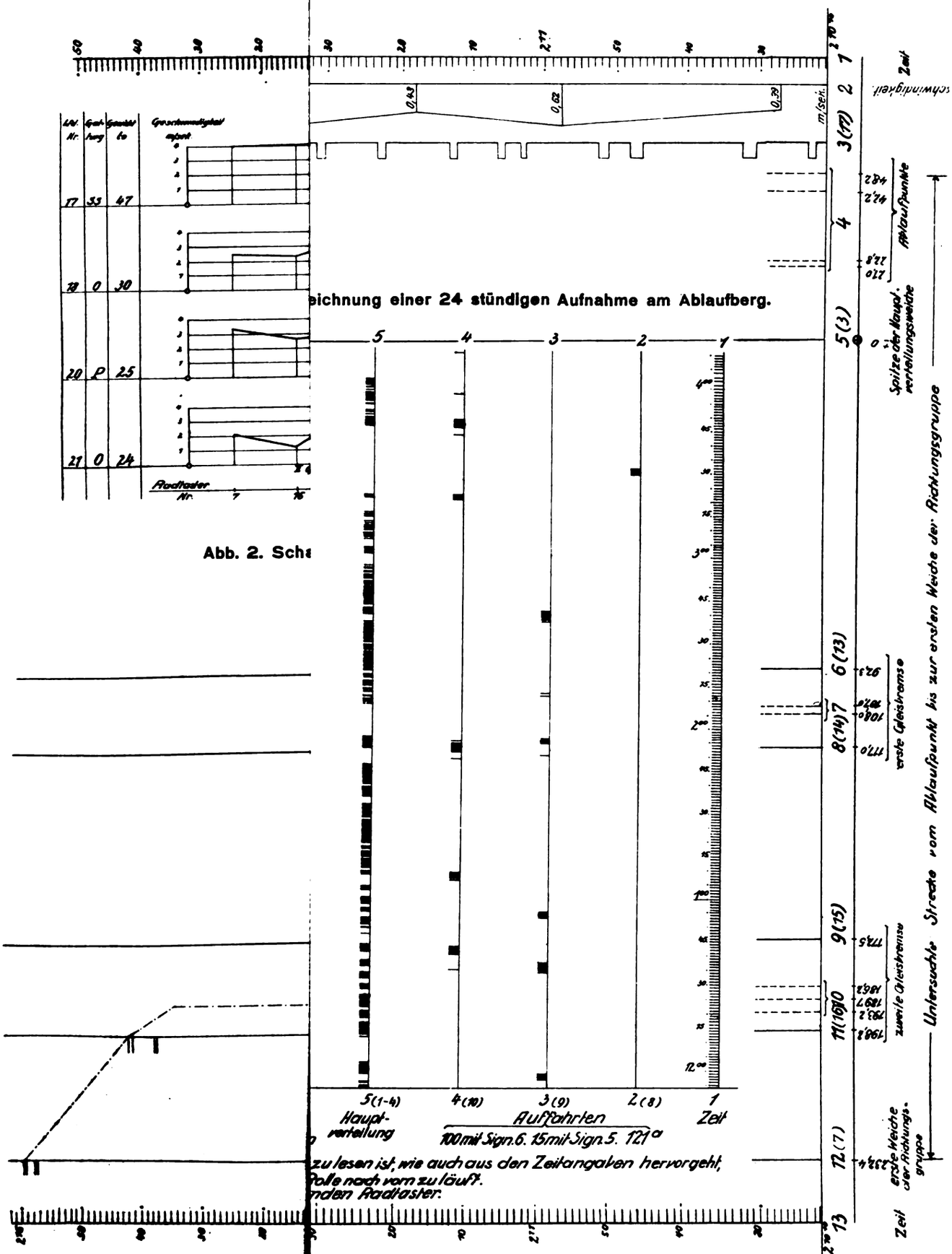


Abb. 2. Sche

zu lesen ist, wie auch aus den Zeitangaben hervorgeht,
Polle nach vorn zu läuft.
nden Radfaster.

Infolge der großen Papiergeschwindigk

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

1926
81. Jahrgang.

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

Heft 24
30. Dezember

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

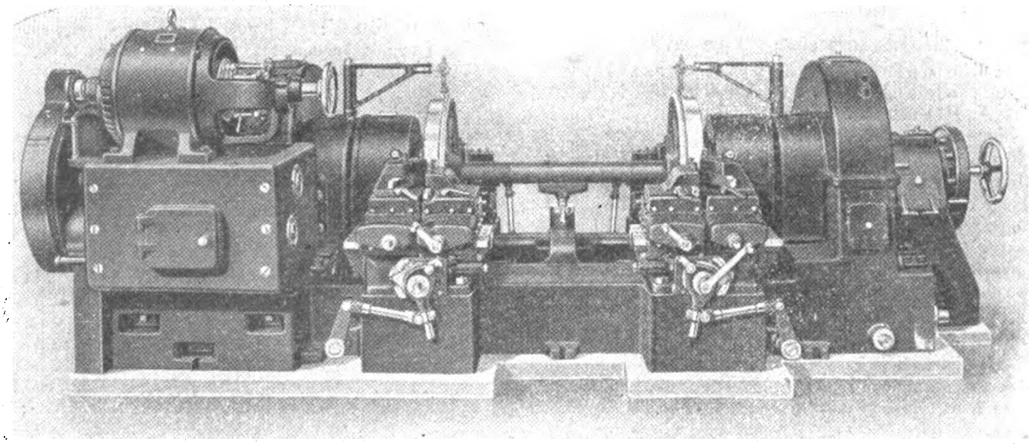
HERAUSGEGEBEN VON DR. ING. H. UEBELACKER

C. W. KREIDEL'S VERLAG · MÜNCHEN

Inhalt:

Die Anpassung der Lokomotiven und Tender an Gleisunebenheiten. Dr. Ing. H. Uebelacker. 497.
Die Berechnung feuerloser Lokomotiven. Dr. Ing. Wichtendahl. 506. — Taf. 42.
Oberinspektor Friedrich Kramer. 512.
1 D 1 + 1 D 1 Garrat-Lokomotiven der Nitrate Railway in Chile. 512.
Besprechungen.
„Hütte", des Ingenieurs Taschenbuch. 514.
Sach- und Namen-Verzeichnis 1926.

Maschinenfabrik „Deutschland" · Dortmund



„Die neue Deutschlandbank ohne Planscheiben, mit selbsttätiger Meisselführung D. R. P., einfache Bauart, bequemste Handhabung, sehr ruhiger Gang, grosse Leistung, vom Vorrat lieferbar".

Werkzeug-Maschinen für Eisenbahnwerkstätten,
insbesondere Radsatzbearbeitungsmaschinen, wie Radsatzdrehbänke D. R. P.
Achsschenkeldreh- u. Schleifmaschinen D. R. P., Hydr. Räderpressen D. R. P. usw.
Hebekrane aller Art, Windeböcke, Achsensenkwinden
mit Achsprüfvorrichtung D. R. P., Bauart Wagner
Drehscheiben, Schiebebühnen, Rangierwinden
Weichen, Kreuzungen etc. bester Ausführung
in jeder Bauart

Digitized by Google

C. W. Kreidel's Verlag in München 27

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart

Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. a. D. Dr. Ing. † **Barkhausen,** Wirkl. Geh. Ober-Baurat Dr. Ing. **Blum,** Ober-Baurat **Courtin,** Ministerialrat **v. Weiss**

I. Band. I. Abschnitt: **Die Eisenbahn-Fahrzeuge.**

1. Teil: Die Lokomotiven.

1. Hälfte. Dritte, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Baumann, Courtin, Dauner, Gölsdorf, Hammel, Kittel. Mit 684 Abbildungen und 11 lithographischen Tafeln. 1912. 24 RM.

2. Hälfte. Erste Lieferung: Die Heifsdampf-Lokomotiven mit einfacher Dehnung des Dampfes. Dritte, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Dipl.-Ing. Eugen Brückmann. Mit 696 Abbildungen im Texte und 11 lithographischen Tafeln. 1920. 45 RM. geb. 48 RM.

2. Teil: Die Wagen, Bremsen, Schneepflüge und Fährschiffe.

1. Hälfte. Personenwagen, Gepäck- und Postwagen, Güterwagen und Dienstwagen, Anordnung der Achsen, Achslager, Federn, Bremsen, Zug- und Stofsvorrichtungen, Kuppelungen, Heizung, Lüftung, Beleuchtung. Zweite, umgearbeitete Aufl. Bearbeitet von Biber, Borchart, Hefft, v. Littrow, Patté. Mit 602 Abbildungen und 4 lithographischen Tafeln. 1910. 18 RM.

2. Hälfte. Durchgehende Bremsen und Signalvorrichtungen, Schneepflüge und Schneeräummaschinen, Eisenbahnfähren, Vorschriften für den Bau der Wagen. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Busse, Courtin, Halfmann, Staby und Patté, Mit 129 Abbildungen und 8 lithographischen Tafeln. 1911. 9 RM.

II. Abschnitt: Die Eisenbahn-Werkstätten. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Meyeringh, Richter, Troske, Wagner, v. Weiss. Mit 303 Abbildungen im Text und 6 lithographischen Tafeln. 1916. 15 RM.

II. Band: **Der Eisenbahnbau der Gegenwart.**

I. Abschnitt: Linienführung und Bahngestaltung. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von † Paul, Schubert, A. Blum. Mit 121 Abbildungen im Text und 3 lithographischen Tafeln. 1906. 5,40 RM.

II. Abschnitt: Oberbau und Gleisverbindung. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von A. Blum, † Schubert, Himbeck, Fraenkel. Mit 440 Abbildungen im Text und 2 lithographischen Tafeln. 1908. 12,60 RM.

III. Abschnitt: I. Teil: Bahnhofsanlagen einschliefslich der Gleisanordnung auf der freien Strecke. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Dr. Ing. O. Blum, Kumbier, † Jäger. Mit 348 Abbildungen im Text und 11 lithographischen Tafeln. 1909. 16,80 RM.

2. Teil: Bahnhofshochbauten. Zweite, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Groeschel, Kumbier, Lehners, Wehrenfennig. Mit 466 Abbildungen 1914. 18 RM.

IV. Abschnitt: Signal- und Sicherungsanlagen. Bearbeitet von Scholkmann. Mit Tafeln XII—XXVII. 1901, 1903 und 1904. 36 RM.

III. Band: **Unterhaltung und Betrieb der Eisenbahnen.**

1. Die Unterhaltung der Eisenbahnen. Bearbeitet von Bathmann, Fränkel, Garbe usw. 1901. 10,50 RM.

2. Betrieb, statistische Ergebnisse und wirtschaftliche Verhältnisse der Eisenbahnen. Bearbeitet von v. Beyer, Blum, v. Borries, Grossmann, Leissner, Nitschmann, Zehme. Mit 93 Abbildungen im Text und 1 lithographischen Tafel. 1902. 12,60 RM.

IV. Band: **Zahnbahnen, Stadtbahnen, Lokomotiven und Triebwagen** für Schmalspur-, Förder-, Strafsen- und Zahnbahnen. Betriebsmittel der Kleinbahnen und elektrischen Bahnen. Seilbahnen.

Abschnitt A: Die Zahnbahnen. Bearbeitet von Dolezalek. Mit 208 Abbildungen im Text. 1905. 6,60 RM.

Abschnitt B und G: Abt.: Stadtbahnen, Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Strafsen- und Zahnbahnen. Bearbeitet von Dr. Ing. Blum, O. Rimmrott, † v. Borries. Mit 325 Abbildungen im Text und 16 lithographischen Tafeln. 1907. 12,60 RM.

Abschnitt C (Schlufs) und D: Fahrzeuge für Schmalspur-, Förder- und Strafsenbahnen. Städtische Bahnanlagen. Bearbeitet von D. Rimrott, † v. Borries, Abt und O. Blum. Mit 158 Abbildungen im Text. 1909. 5 RM.

Abschnitt E: Fahrzeuge für elektrische Eisenbahnen. Bearbeitet von E. C. Zehme. Mit 242 Abbildungen und 5 lithographischen Doppeltafeln. 1914. 10 RM.

V. Band: **Lagervorräte- Bau- und Betriebsstoffe der Eisenbahnen.**

1. Teil: Allgemeines. Metallische Werkstatt- und Oberbau-Vorräte. Holz. Bearbeitet von Karl Dietz, Halfmann, Kuntze, Lemmers-Danforth, Nitschmann. Mit 111 Abbildungen. 1914. 12 RM.

2. (Schlufs-) Teil: Andere Werkstättenvorräte, Heiz- und Brennstoffe. Schmiermittel, Schmierstoffe. Andere Betriebsvorräte. Telegraphen-Lagervorräte, Nebenerzeugnisse. Altstoffe. Bearbeitet von Fraenkel, Grofsmann, Kuntze, Lehners. Mit 167 Abbildungen. 1915. 15 RM.

Beide Teile zusammen 27 RM.; geb. 30 RM.

Das vollständige Werk ist auch in 10 Teilen gebunden zu haben
Preis der 10 Einbände 30 RM.

Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven

mit einem Anhang über

Elektrische Lokomotiven

Ein Nachschlagewerk für die Praxis und das Studium

Dipl.-Ing. W. Bauer Ingenieur b. J. A. Maffei, München — von — **Dipl.-Ing. X. Stürzer** Ingenieur b. d. Sächs. Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann A.-G., Chemnitz

Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage

von

Dipl.-Ing. W. Bauer

422 Seiten mit 428 Abbildungen im Text und auf 10 Tafeln nebst 8 Tabellentafeln. 1923. — Gebunden 20 RM.

Digitized by Google

COLLET & ENGELHARD

Werkzeugmaschinenfabrik Aktiengesellschaft, OFFENBACH-MAIN

Verlangen Sie Angebote über unsere

Blattfedernbiegemaschine

„Kolumbus"

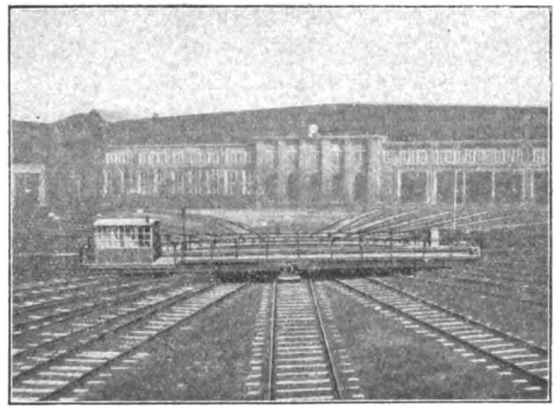
Die mit dieser Maschine aufgerichteten Federblätter bedürfen keinerlei Nacharbeit, sie sind sofort einbaufertig

Garantierte Leistung:

80 komplette Federn durch 1 Arbeiter in 9 Stunden

Ganz außerordentlich hohe Ersparnisse

Besichtigen Sie die Maschine in unserem Werk



Gelenkdrehscheiben

Drehscheiben
Schiebebühnen
Rangieranlagen
Motorlokomotiven

Rheiner Maschinenfabrik

Windhoff A.-G.

Rheine i/W.

Hamm'sche
Motorstrassenwalzen
Bayer. Staatshüttenwerk Weiherhammer
Gebr. Hamm, Tirschenreuth
Dreiradwalzen 8-18 t Leergewicht
Tandemwalzen, 4-8 t Leergewicht
Gleisbettungswalzen, Asphaltwalzen für Benzol und Rohöl.
Anfragen an
Bayer. Staatshüttenwerke
Werk Weiherhammer (Bayern).

Dehne's
Wasser-Reiniger
für Lokomotiv-Wasserstationen, in die Steigleitung einzubauen, mit Filterpressen oder mit Kiesfilter.
A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik, Halle a. S.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit den Zwischenstützen
(Plattenbalkendecken und Pilzdecken)
Einflußlinientafeln und Zahlentafeln für die maximalen Biegungsmomente und Auflagerdrücke infolge ständiger und veränderlicher Belastung unter Berücksichtigung der Stützeneinspannung (Winklersche Zahlen) nebst Anwendungsbeispielen
Von
Baurat Dr. Ing. F. Kann
Wismar
78 Seiten mit 47 Textabbildungen. 1926. RM 7,20.

Die rationelle Bewirtschaftung des Betons
Erfahrungen mit Gußbeton beim Bau der Nordkaje des Hafens II in Bremen
Von
Dr. Ing. Arnold Agatz
Baurat in Bremen
128 Seiten mit 60 Abbildungen. 1926. RM 7,50.
(Erweiterter Sonderabdruck aus „Der Bauingenieur", 7. Jahrgang, 1926, Heft 34, 36 und 37).

Offenes Schmiedefeuer oder Schmiedeofen?
In einem Eisenbahnausbesserungswerk in München verarbeiteten früher 25 Schmiede an 8 offenen Feuern bei einem Kohlenverbrauch von 1800 kg in 8 Stunden 1700 kg Eisen. Nach Aufstellung des
Ruppmann Rekuperativ-Schmiedeflammofens
der eine Herdfläche von 2,5 × 1,5 m hat, stieg die Leistung der 25 Schmiede auf 5000 kg verarbeiteten Eisens, der Kohlenverbrauch dagegen fiel auf 800 kg in 8 Stunden. Wann wollen Sie die gleiche Erfahrung in Ihrem Betrieb machen?
WILHELM RUPPMANN
Hüttentechnisches Büro, Industrieofen- und Generatorenbau
STUTTGART

Digitized by Google

Das

Organ
für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

erscheint am 15. und 30. jedes Monats.

Die Anschrift des Schriftleiters ist

Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker,
Nürnberg, Sandstrafse 38/40,

die des stellvertretenden Schriftleiters

Reichsbahnrat Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden, Wiener Strafse 4.

Die Aufnahme von Bearbeitungen technischer Gegenstände aus dem Vereinsgebiete vermitteln im Auftrage des Technischen Ausschusses des Vereins:

Reichsbahnoberrat Arzt, Reichsbahndirektion Oldenburg;
Reichsbahnoberrat Professor Baumann, Reichsbahndirektion Karlsruhe;
Ministerialrat Engels, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien;
Reichsbahndirektor Hundsdorfer, Mitglied der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahngesellschaft;
Abteilungsvorstand Oberingenieur Joosting, Generaldirektion der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht;
Oberinspektor Kramer, Direktion der kgl. Ungar. Staatseisenbahnen, Budapest;
Direktor Nägele bei der Reichsbahndirektion Stuttgart;
Direktor Pogány, Betriebsdirektion der Donau-Save-Adria-Eisenbahngesellschaft (vorm. Südbahngesellschaft) in Budapest;
Reichsbahnoberrat Ruthemeyer, Reichsbahndirektion Erfurt;
Reichsbahnrat Tetzlaff, Eisenbahnzentralamt Berlin;
Baudirektor Dr. Trnka, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien.
Reichsbahndirektor Wetzler, Mitglied der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

Der halbe Jahrgang 1926 des „Organs" wird mit 14.— Mk. berechnet und ist durch den Buchhandel oder (zuzüglich des anfallenden Kreuzbandportos) von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Von den im Organ erscheinenden Aufsätzen können Sonderabdrucke bezogen werden. Bestellungen müssen spätestens 8 Tage nach Erscheinen der Hefte in den Händen des Verlags sein.

Preis für 1 Seite Umfang bei Bestellung von 20 Stück 6,50 ℳ, für weitere 10 Stück 0,40 ℳ.

Auch auf die Fachhefte werden Sonderbestellungen entgegengenommen.

C. W. Kreidel's Verlag in München, Trogerstrafse 56.

Wegen Anzeigen und Beilagen wolle man sich wenden an die

Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W. 9

Anzeigenpreise:	1/1	1/2	1/4	1/8 Seite
	180.—	90.—	45.—	22.50 Goldmark.

4.20 Goldmark = 1 Dollar.
Bei 12 24maliger Aufnahme innerhalb Jahresfrist 10 20 % Nachlafs.
Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Beilagen nach Vereinbarung.

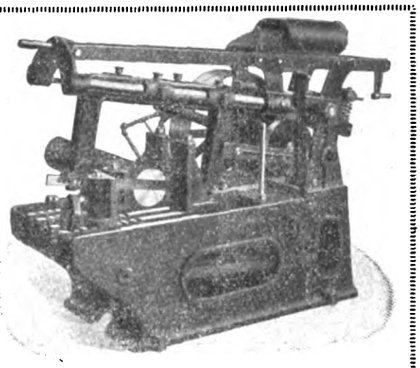
ROBEL

Gleisheber
und
Gleishebewinden
bewährteste Bauarten

ROBEL & Co

München S 50
Fernsprecher 73436, 73437, 73438.

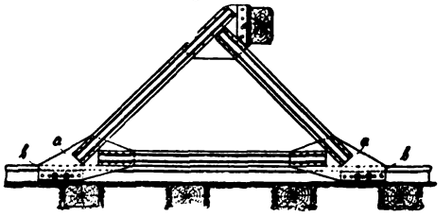
Hinaus
mit den veralteten Sägen aus ihrem Betrieb, denn mit
Spara-Schnellsägen
D. R. Patent
können Sie viel billiger fabrizieren. Wir überzeugen Sie davon durch Probelieferung ohne Kaufzwang.



Spara Maschinen A.-G., Birkwitz b. Dresden 5

Rawie-Prellböcke D. R. P.
Weltausstellung Turin: Grand Prix

Balt. Ausstellung Malmö: Königl. Medaille



Weltausstellung Brüssel: Ehrenpreis

Vom E. Z. A. und Eisenb. Dir. empfohlen. Unerreicht in Wirksamkeit! Über **4000 Anlagen** geliefert, ganz schwere für D-Züge, bis zu den leichtesten für Rangierverkehr und Anschlußgleise.
Feste Prellböcke schon von **60** Mark an.

A. Rawie, Osnabrück-Schinkel

SCHEIDT & BACHMANN
EISENBAHNSIGNAL-BAUANSTALT
EISENGIESSEREI
SB
GEGRÜNDET 1872
RHEYDT
BEZ. DÜSSELDORF

ASBESTON

das ideale Befestigungsverfahren für Schienen auf Beton, Naturstein und Ziegelmauerwerk

Verlangen Sie Prospekte

DEUTSCHE ASBESTONWERKE A.-G.
KÖLN, Karolingerring 31

Digitized by Google

DEMAG

AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Lieferungs-Programm:

Einrichtungen für Kraftzentralen, städtische Werke, Eisenbahnverkehrs- und Fabrikbetriebe, Straßen-, Hoch- und Tiefbau

Aufzüge
Bekohlungsanlagen für Kesselhäuser
Bunkeranlagen
Dampf- und Lufthämmer
Dampfmaschinen, Bauart Thyssen
Dampfturbinen, Bauart Thyssen-Röder
Eisenhochbauten und -Brücken
Elektroflaschenzüge
Elektromotoren
Gasmaschinen, Bauart Thyssen
Generatoren
Gesteinbohranlagen
Giessereieinrichtungen
Kaminkühler
Kompressoren
Kondensations- u. Rückkühlanlagen
Kondensationspumpwerke
Krane und Transportanlagen
Kranschaufler
Lastmagnete
Metallguss
Pfahlzieher
Pressluftanlagen, feststeh. u. fahrbar
Pressluftwerkzeuge
Pumpwerke für Wasserversorgung und Kanalisation
Rüttelformmaschinen
Sandstrahlgebläse
Schiebebühnen
Transformatoren
Umformer
Vakuumpumpen
Verladeanlagen
Zahnräder, Besonderheit: -Getriebe Thyssen-Maag

Einrichtungen für Bergwerke, Steinbrüche und Tunnelbauten

Hochofen- und Walzwerksanlagen

Thomas- und Martinstahlwerke, Elektrostahlwerke

Werfteinrichtungen

Hafeneinrichtungen und Lagerplatzausrüstungen

Einrichtungen für die chemische Industrie, Nahrungs- und Genussmittelbetriebe, Glas-, Zement-, Textil- und Papierfabriken usw.

Für alle Betriebe:

Elektrische Maschinen und Apparate

Generatoren: Wasserkraftgeneratoren auf wagrechter oder senkrechter Welle, Turbogeneratoren, Schwungradgeneratoren, Motorgeneratoren.

Motoren: Walzenzugmotoren, Drehstromturbomotoren, Drehstromkranmotoren, Rollgangsmotoren, Mantelgekühlte Drehstrommotoren für staubige, schmutzige und nasse Betriebe.

Einankerumformer

Transformatoren und Schaltanlagen / Anlass- und Hilfsapparate / Lastmagnete

Lokomotivkrane

mit Antrieb durch Dampfmaschine oder Brennkraftmotor auf Schienen oder Raupenband laufend, auch mit Einrichtung für Greifer- und Magnetbetrieb.

Kranschaufler

Antrieb elektrisch oder durch Dampfmaschine verfahrbar auf Schienen oder Raupenkette.

Demag-Züge

Elektrische Hebezeuge von 1/4 bis 5 t Tragkraft. Ausführung mit Aufhängeöse, mit Handfahrwerk oder elektrischem Fahrwerk, auf Wunsch mit angekuppeltem Führersitz.

Mehr als 10000 im Betrieb.

Zahnräder

Stirnräder, Kegelräder, Pfeil- und Schraubenräder, Schnecken und Schneckenräder.
Gehärtete und geschliffene Kraftwagengetriebe.
Verzahnung eingesandter Radkörper.

Zahnradgetriebe „Thyssen-Maag"

insbesondere:

Transmissionsgetriebe, Reduktionsgetriebe, Getriebe für Strassenbahnwagen und elektrische Lokomotiven, Turbinengetriebe, Schiffsgetriebe, Wechselgetriebe.

Ketten

Ankerketten, Bindeketten, Förderketten, Kranketten.

DUISBURG

Digitized by Google

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang | **30. Dezember 1926** | **Heft 24**

Die Anpassung der Lokomotiven und Tender an Gleisunebenheiten.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **H. Uebelacker.**

Im ersten Teil des Aufsatzes (Abschnitt A und B) wird nach einer kurzen Erläuterung des Rechenverfahrens die aus der Federdurchbiegung sich ergebende Einstellung eines Fahrzeugrahmens auf unebener Bahn an einigen Beispielen untersucht. Im zweiten Teil (Abschnitt C) wird untersucht, in wie weit die Fahrzeuge nach ihrer Bauart den aus den Bahnunebenheiten sich ergebenden Anforderungen entsprechen. Ungenügende Anpassungsfähigkeit bildet eine Entgleisungsursache*).

Die Fahrbahn der Eisenbahnfahrzeuge ist im allgemeinen eine Ebene, die die beiden parallelen Schienenstränge miteinander bilden. Bei Neigungswechseln werden die in einer Kante zusammenstofsenden Ebenen durch einen hohlen oder erhabenen Bogen ausgerundet, so dafs das Gleis hier eine nach oben oder unten gewölbte Zylinderfläche darstellt. In Gleisbögen mit Überhöhung gehört die Fahrbahn einem sehr stumpfen Kegelmantel an. Gekrümmte und steigende Gleisstrecken bilden Schraubenflächen. — Im allgemeinen sind diese Flächen auf dem kurzen Stück der Länge eines Fahrzeugs so wenig von einer ebenen Fläche verschieden, dafs eine Einwirkung auf die Stellung des Rahmens nicht auftritt. Zu weitgehenden Verformungen der Unterstützungsfläche wird zudem durch besondere Bauvorschriften entgegengetreten; so soll in einer gekrümmten Gleisstrecke nicht die Neigung gewechselt werden. — In den Brechpunkten von Ablaufbergen in Verschiebebahnhöfen treten stärkere Beeinflussungen der Fahrzeuge, insbesondere der Lokomotiven, ein. Wittrock hat sie in dem Aufsatz »Die Einstellung des Lokomotivrahmens auf den Ablaufbergen«, S. 198 ff. dieser Zeitschrift, untersucht. Der Einflufs der Kegelfläche in überhöhten Gleisbögen und der zylindrischen Ausrundungsflächen bei Neigungswechseln ist zwar noch merkbar, praktisch aber ohne Belang. Von Bedeutung sind jedoch diejenigen Fälle, in denen die beiden Schienenstränge eine windschiefe Lage zu einander haben, weil hierdurch Änderungen in der Lastverteilung eintreten und die Achsen gezwungen sind, geneigte Stellungen gegenüber dem Rahmen einzunehmen. Wenn beim Entwurf oder dem Zusammenbau der Lokomotiven auf diesen Punkt nicht Rücksicht genommen wird, so können Entgleisungen die Folge sein.

Die beiden Fälle, in denen eine solche windschiefe Lage der Gleisstränge vorhanden ist, sind gegeben 1. bei normalem Zustand des Gleises im Ein- und Auslauf von Krümmungen mit überhöhtem äufseren Strang durch die Überhöhungsrampen, ferner 2. bei mangelhafter Gleislage durch einseitige Einsenkungen des einen Schienenstranges. Beide Fälle sollen im nachfolgenden untersucht werden, wobei in strenger Weise die Wirkung auf die Federn ermittelt wird.

Für die Ermittlung der Stützdrücke eines in mehr als zwei Punkten elastisch unterstützten starren Balkens, als welcher der Lokomotivrahmen anzusehen ist, sind verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden. Das nächstliegende, normale Verfahren wäre das, die Lage des Rahmens nach der Aufstützung auf die Federn durch die Senkung σ an irgend einem Punkte und den Drehungswinkel φ um diesen Punkt zu bezeichnen, und die Einsenkungen jeder Feder durch diese beiden Gröfsen und die Federstärke δ auszudrücken. Auch die Hebung oder Senkung eines Stützpunktes läfst sich dabei berücksichtigen. Für die Berechnung der beiden Unbekannten σ und φ stehen dann die zwei Gleichgewichtsgleichungen paralleler Kräfte in der Ebene zur Verfügung.

Lindemann*) hat den Begriff »des Schwerpunktes der Federanordnung« eingeführt, d. h. desjenigen Punktes, bei dessen Angriff eine Last eine gleichmäfsige, parallele Senkung des Balkens bewirkt. Hierdurch wird die rechnerische Durchführung etwas einfacher und übersichtlicher und es soll daher im folgenden dieses Verfahren angewendet werden. Es wird in der etwas umgearbeiteten Form von Denecke**) im folgenden kurz wiedergegeben.

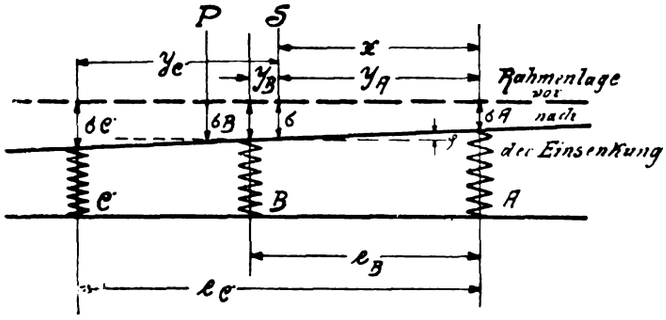


Abb. 1a.

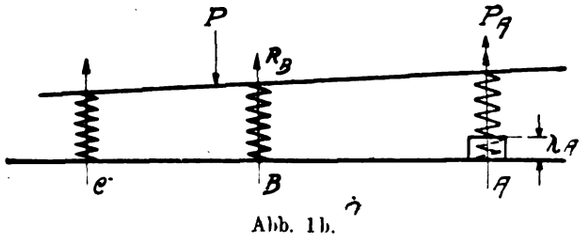


Abb. 1b.

A. Kurze Angabe des Rechnungsverfahrens.

Um in einem Falle, wie er in der Abb. 1a dargestellt ist, die durch die Belastung P hervorgerufenen Senkungen σ an den Tragfedern von der Federstärke δ (kg für 1 mm Einsenkung) und ihren Beitrag R zur Unterstützung des Fahrzeugs zu erhalten, mufs zunächst der »Schwerpunkt« S der Federanordnung ermittelt werden. Sein Abstand x von der äufsersten Stütze rechts findet sich aus der Formel

$$x = \frac{\Sigma \delta \cdot e}{\Sigma \delta} = \frac{\delta_1 e_1 + \delta_2 e_2 + \ldots}{\delta_1 + \delta_2 + \ldots},$$

worin e die Abstände der Unterstützpunkte von der äufsersten Stütze rechts bedeutet. Ferner mufs das »Widerstandsmoment

*) Eilige Leser mögen sich unter Überschlagung des ersten Teils sogleich dem zweiten Teil zuwenden. — Der Aufsatz behandelt nicht nur Fragen des Lokomotivbaues, sondern berührt auch bautechnische Verhältnisse.

*) Glasers Annalen 1904 II., S. 227.

**) Glasers Annalen 1906 II, S. 141. Zur Erleichterung beim Nachlesen sind in den folgenden Ausführungen im wesentlichen die Bezeichnungen dieses Aufsatzes beibehalten worden.

Ein weiteres Verfahren unter Benützung des Maxwellschen Satzes von der Gegenseitigkeit der Formänderungen wurde von Irotschek vorgeschlagen. Glasers Annalen 1920, S. 25.

Digitized by Google

der Federanordnung« für den Schwerpunkt S ermittelt werden. Es wird dargestellt durch

$$J = \Sigma \delta \cdot y^2 = \delta_1 \cdot y_1^2 + \delta_2 \cdot y_2^2 + \delta_3 \cdot y_3^2 + \ldots$$

Darin bedeutet y die Abstände der Unterstützungspunkte vom Schwerpunkt S. Die Senkung an den einzelnen Federn setzt sich nun zusammen aus einer gleichmäfsigen Senkung aller Stützen im Betrag

$$\sigma' = \frac{P}{\Sigma \delta}$$

und einer durch Drehung um den Federschwerpunkt S hervorgerufenen Hebung oder Senkung

$$\sigma_n'' = + \frac{M}{J} \cdot y_n,$$

worin M das Moment der Kraft P für den Federschwerpunkt ist. Die gesamte Längenänderung an der n-ten Feder ist $\sigma_n = \sigma' + \sigma_n''$, und die dadurch hervorgerufene Federspannung $R_n = \sigma_n \cdot \delta_n$. Die Federstärke δ berechnet sich bekanntlich, sofern sie nicht durch eine Probe ermittelt wird, aus

$$\delta = \frac{1}{3} \frac{n b h^3}{l^3} E,$$

worin b, h und n Breite, Höhe und Zahl der Federblätter, l den Abstand der Kraft von Federmitte, E den Elastizitätsmodul bedeutet.

In einfacher Weise wird der Einflufs ungleicher Stützenhöhe in die Rechnung eingeführt. Man kann sich nämlich, wenn die in Abb. 1b gezeichnete Lage die Gleichgewichtslage bei einer um einen Betrag λ höher stehenden Federstütze A darstellt, die Feder nach unten um diesen Betrag entspannt denken, wenn man dafür eine nach oben gerichtete Zusatzbelastung $P_A = \lambda_A \cdot \delta_A$ hinzufügt. Eine rechnerische Ableitung hierfür findet sich in der angegebenen Quelle. Für diese bei gehobener Stütze nach oben, bei gesenkter nach unten wirkende Zusatzkraft P_A und das Zusatzmoment M_A sind die Rechnungen zur Ermittlung der bewirkten Änderungen der Federbelastungen in der obigen Weise durchzuführen.

Die vorstehenden Entwicklungen haben ebenso wie alle anderen Arbeiten über den Gegenstand eine zur Längsachse des Fahrzeugs symmetrische Lastverteilung zur Voraussetzung. Ist eine Stütze gehoben, so ist gedacht, dafs die ganze Achse, rechtes und linkes Rad gleichzeitig, gehoben sei. Die Aufgabe ist gewissermafsen als ebenes Problem behandelt. Diese Auffassung genügt für die oben besprochene Gestaltung der Bahnunterlage nicht. Es bedarf eines kleinen Kunstgriffes, um auch solche Fälle der Rechnung zugänglich zu machen. Er besteht in folgendem: Es sei (Abb. 2) angenommen, dafs

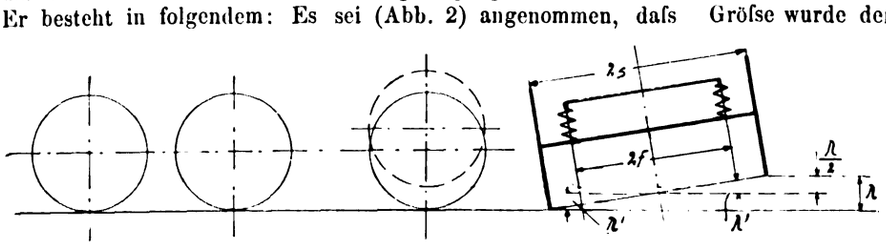


Abb. 2.

das in der Fahrtrichtung linke Rad 1' der vorderen Achse um λ höher stehe als die übrigen fünf Räder des dargestellten dreiachsigen, mit Ausgleichhebeln nicht ausgerüsteten Fahrzeugs. Man kann nun annehmen, dafs die Hebung der Stütze in zwei Abschnitte zerfalle: eine gleichmäfsige Hebung der ganzen Achse um $\frac{\lambda}{2}$ und eine Drehung um einen solchen Winkel, dafs dadurch das Rad 1' um die zweite Hälfte von λ gehoben wird, während am Rad 1 die Hebung wieder verschwindet. Der erste Abschnitt kann als symmetrische Hebung nach dem oben Gesagten behandelt werden, für P ist $\frac{\lambda}{2} \cdot 2\,\delta_1$ einzuführen. Die Drehung der Achse im zweiten Abschnitt löst ein Moment aus, dessen Achse parallel zur Fahrzeuglängsachse ist und das den Betrag $M = \lambda' \delta_1 \cdot 2f$ hat, worin λ' die für den Federort geltende im Verhältnis f:s verminderte Höhe und 2f den Abstand der Federn bedeutet. Sind noch weitere Achsen einseitig gehoben, so lassen sich alle Momente, da sie gleichgerichtet sind, zu einem Gesamtmoment M_g addieren. Es bewirkt eine Drehung des Fahrzeugrahmens um seine Längsachse, wobei die eine Seite um den gleichen Betrag entlastet wie die andere belastet wird. Ist die Hebung bzw. Senkung des Fahrzeugrahmens im Federabstand f von der Fahrzeugmitte σ''', so gilt:

$$M_g = \Sigma \lambda' \delta\, 2f = \Sigma \sigma''' \delta_{1-n} \cdot 2f \text{ oder } \Sigma \lambda \cdot \delta = \Sigma \sigma''' \delta_{1-n},$$

wenn f für alle Federn das gleiche Mafs hat. M. a. W.: die von der Drehung herrührenden Änderungen der Federspannung verteilen sich auf die sämtlichen Federn. — Die Gesamtänderung der einzelnen Federdrücke setzt sich also aus drei Beträgen σ', σ'' und σ''' zusammen.

Auf dem normalen, oben angedeuteten Rechnungsgang wäre selbstverständlich dieser Fall ebenfalls zu behandeln. Man hätte die Querneigung durch ψ zu bezeichnen, und die Federeinsenkungen nun durch σ, φ und ψ auszudrücken. Für die neu hinzugekommene Unbekannte steht eine dritte Gleichgewichtsbedingung zur Verfügung.

Für die Federn mit geänderter Stützhöhenlage ist bei der Ermittlung ihrer Spannung der Betrag dieser Änderung zu berücksichtigen; ihre wirkliche Längenänderung ist ja $\sigma' + \sigma'' + \sigma''' + \lambda'$. Das negative Vorzeichen gilt für Senkung, das positive für Hebung der Stütze, das positive Vorzeichen σ entspricht einer Senkung des Rahmens.

B. Untersuchung der Stellung des Rahmens einer Lokomotive bei einseitigen Gleissenkungen und auf windschiefen Gleissträngen.

Es kommt, insbesondere bei Bildung sogenannter Frostbeulen, vor, dafs ein Schienenstrang auf eine sehr kurze Länge eine verhältnismäfsig beträchtliche Einsenkung erfährt. Auch als »Schlaglöcher« sind solche Stellen bekannt; sie sind dem freien Auge nicht immer erkennbar, da u. U. die Schiene hohl liegt, und unter der Last elastisch nachgibt. Dagegen machen sie sich auf den Fahrzeugen durch starke Schwankungen bemerkbar, bei Belastungsproben der kritischen Stellen müssen sie natürlich ebenfalls zum Vorschein kommen. Bezüglich der Gröfse wurde dem Verfasser von bautechnischer Seite 2 cm als durchaus im Bereich der Möglichkeit liegendes Mafs genannt; als Auslauf je 2 m. Auch bei neuverlegten Gleisen sind Unebenheiten in mehr oder weniger starkem Mafse je nach der Beschaffenheit des Bodens und der Sorgfalt und Ausführungsart der Unterkrampung vorhanden. Erst allmählich, nach wiederholter Nachhilfe wird das Gleis »ruhig«. Die Abb. 3 zeigt eine Aufnahme über die Beschaffenheit eines neu verlegten Gleises nach zwölfstündigem Betrieb. Es sind darin Rampen mit Neigungen von 1 : 300 und steilere vorhanden.

Für die Änderung der Belastung am einzelnen Rad ist von Bedeutung, auf welche Länge die Einsenkung ausläuft. Kommen bei mehrachsigen Fahrzeugen mehrere Räder auf die Einsenkung zu stehen, so wird das Fahrzeug im ganzen nachgeben, die Entlastung am einzelnen Rad und die Neigung der Achse zum Rahmen wird dann nicht so bedeutend ausfallen. Allerdings ergeben sich in diesem Falle stärkere Schwingungen

Digitized by Google

des Fahrzeugs. — Kommt hingegen nur ein einzelnes Rad auf die Einsenkung zu stehen, so wird der Rahmen seine Lage nahezu behalten, die Entlastung des einzelnen Rades und die Neigung der Achse im Rahmen wird stärker. Handelt es sich dabei um ein führendes Rad, so ist die Gefahr der Entgleisung beim Zusammentreffen ungünstiger Umstände nahe gerückt, weil ein führendes Rad nur dann die wagrechten Führungskräfte aufnehmen kann, wenn es eine genügende Belastung hat. Ausgleichhebel zwischen den Räder bewirken, dafs, nur wenn beide Räder in der Einsenkung stehen, diese voll zur Wirkung kommt. Besonders ungünstig liegt der Fall, wenn in beiden Schienensträngen Einsenkungen vorhanden sind, die um den Betrag des Achsstandes des Fahrzeugs gegeneinander versetzt sind. Abb. 4 stellt eine solche Gleislage, die zur Entgleisung eines vierachsigen Tenders geführt hat, dar.

Aufnahme a und b stammt aus einer geneigten, Aufnahme c aus einer geneigten und gekrümmten Strecke; die Höhenlage der Schienenstränge ist in letzterem Falle um die Überhöhung verschieden.

Verhältnis Höhe zu Länge 100 : 1.

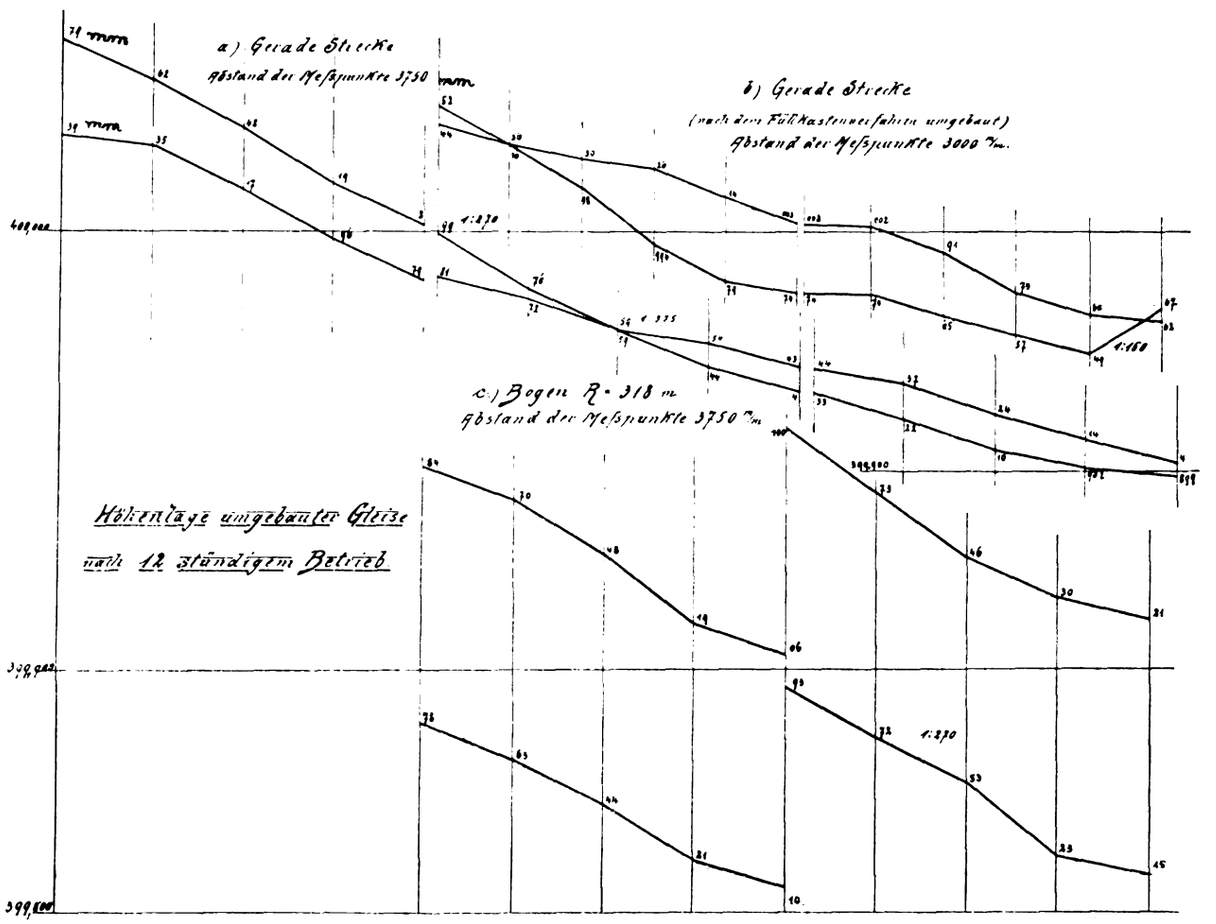


Abb. 3. Höhenlage der beiden Schienen verschiedener Gleisstrecken.

1.

Als Beispiel sei zunächst eine E-Güterzuglokomotive untersucht, deren linkes vorderes Rad in einer Einsenkung von 2 cm Tiefe steht, während sämtliche anderen Räder auf einer Ebene ruhen. Die Achsanordnung der Lokomotive ist aus Abb. 5 ersichtlich. Da erste und zweite, vierte und fünfte Achse, wie allgemein üblich, durch Ausgleichhebel verbunden sind, so ist der Rahmen als in drei Punkten unterstützt anzusehen. Bei gleicher Belastnng auf die Federn (R = 12 t für die beiden Federn einer Achse) liegt der vordere und der hintere Stützpunkt in der Mitte zwischen den zugehörigen Rädern. Die Federstärke wird überall mit $\delta = 130$ kg/mm angesetzt.

Infolge der Wirkung des Ausgleichhebels ist am vorderen Stützpunkt A der linken Seite die Senkung nur die Hälfte, also nur 10 mm. Auch die Änderung der Belastung verteilt sich auf die beiden ersten Räder links und wird deshalb wesentlich geringer. Mit Recht werden daher stets Ausgleichhebel zwischen der führenden Achse und der ihr folgenden angeordnet. Von dem Betrag der einseitigen Senkung des linken Stützpunktes um 10 mm ist nun nach den obigen Darlegungen wiederum für die Behandlung der Aufgabe als ebenes Problem nur die Hälfte, also 5 mm, anzusetzen.

Der Abstand des Schwerpunktes der Federanordnung berechnet sich zu

$$x = \frac{\Sigma \delta e}{\Sigma \delta} = \frac{4 \,.\, 130 \,.\, 4{,}6 + 2 \,.\, 130 \,.\, 2{,}5}{1300} = 2{,}34 \text{ m.}$$

Die durch die Senkung der Stütze A um 5 mm verursachte Zusatzkraft P ist $5 \,.\, 4 \,.\, 130 = 2600$ kg nach abwärts und ihr Moment um den Federschwerpunkt $M = 2600 \,.\, 2{,}34 = 6090$ mkg. Das Widerstandsmoment der Federanordnung ist $J = \Sigma \delta y^2 = 4 \,.\, 130 \,.\, 2{,}26^2 + 2 \,.\, 130 \,.\, 0{,}16^2 + 4 \,.\, 130 \,.\, 2{,}34^2 = 5520$ m²kg. Damit ergibt sich nun als Wirkung der Zusatzkraft P_A an der Stelle A: die gleichmäfsige Einsenkung aller Stützen $\sigma' = \frac{P_A}{\Sigma \delta} = \frac{2600}{10 \,.\, 130} = 2$ mm und die von der Drehung um den Federschwerpunkt herrührende Veränderung am Stützpunkt A zu: $\sigma_A'' = + \frac{M}{J} \,.\, y_A = \frac{6090}{5520} \,.\, 2{,}34 = 2{,}6$ mm (Senkung), am Stützpunkt C: $\sigma_C'' = \frac{M}{J} y_C = - \frac{6090}{5520} \,.\, 2{,}26 = - 2{,}5$ mm (Hebung).

Für die Querneigung ist zu beachten, dafs eine Senkung des linken Rades bzw. Hebung des rechten Rades um 5 mm sich in der Entfernung der Federn nur im Verhältnis f : s auswirkt; für

Digitized by Google

$2f = 1150$, $2s = 1500$ mm ist also nur mit 3,8 mm zu rechnen. $\sigma''' = \frac{\lambda' \delta}{\Sigma \delta} = \pm \frac{3{,}8 . 2 . 130}{5 . 130} = \pm 1{,}5$ mm, links als Senkung, rechts als Hebung.

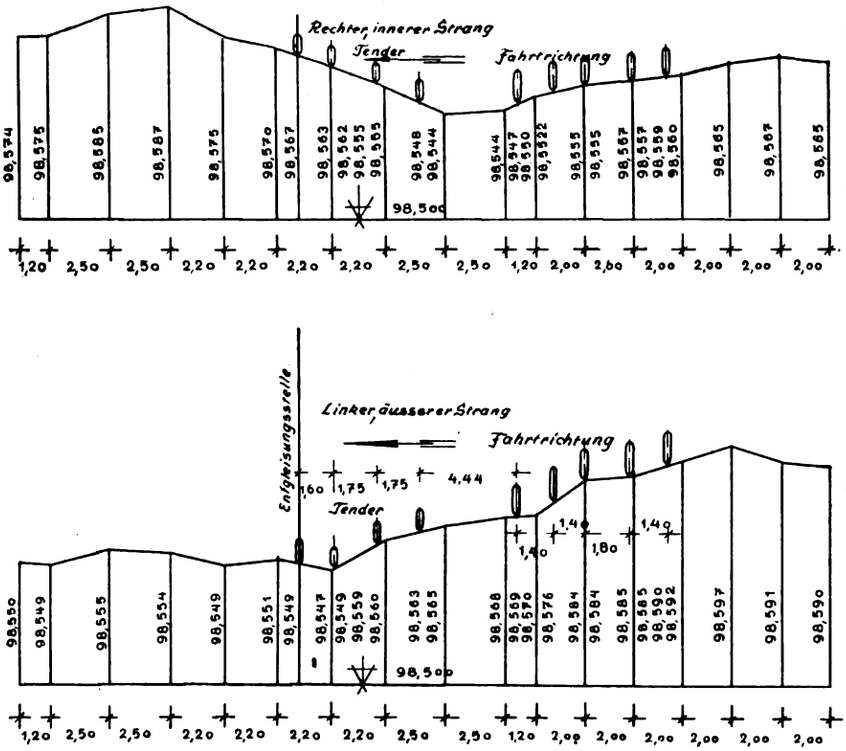


Abb. 4. Aufnahme eines auf wagrechter Bahnfläche liegenden Weichenbogens von 220 m Halbmesser, in dem ein Tender entgleiste. Erforderte Verdrehungsmöglichkeit der vordersten zur hintersten Achse 35 : 1500 = 1 : 43. Höhe zur Länge 100 : 1.

Die gesamten Veränderungen der Federn

$$\sigma_A = \sigma' + \sigma_A'' \pm \sigma''' \qquad \sigma_C = \sigma' + \sigma_C'' + \sigma'''$$

usw. sind:

	A		C	
	links	rechts	links	rechts
σ' . . .	2	2	2	2
σ'' . . .	2,6	2,6	− 2,5	− 2,5
σ''' . . .	1,5	− 1,5	1.5	− 1,5
$\Sigma\sigma$ . . .	6,1	3,1	+ 1,0	− 2,0

Diese Zahlen stellen die Veränderungen der Höhenlage des Rahmens dar. Bei Berechnung der Federspannung ist zu berücksichtigen, dafs der Stützpunkt A links 5 + 3,8 = 8,8 mm unter der Unterstützungsfläche der übrigen Räder liegt, die

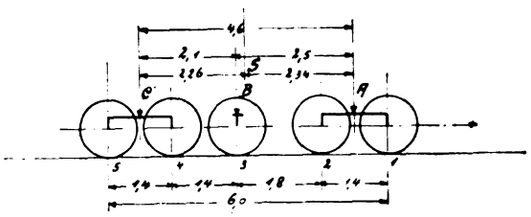


Abb. 5. Achsanordnung der E. Gz.-Lok.

Federentspannung also 8,8 — 6,1 = 2,7 mm beträgt. Die entsprechende Verminderung der Belastung ist 2,7 × 130 = 350 kg und diese verteilt sich wieder auf die beiden durch Ausgleichhebel verbundenen Federn des ersten und zweiten Rades. Am Stützpunkt C ist links eine Belastung von 130 kg, rechts eine Entlastung von 260 kg vorhanden, die sich ebenfalls auf je zwei Räder verteilt. Wie hieraus ersichtlich, sind die Änderungen der Belastung nicht bedeutend, es ist dies vor allem der Wirkung der Ausgleichhebel zu verdanken.

Von besonderem Interesse ist jedoch die Neigung, die die Achsen zum Rahmen einnehmen, da sie im folgenden Abschnitt einer eingehenden Besprechung unterzogen werden soll. Die Neigung der vorderen Achse (1) ergibt sich zu $\psi_a = \frac{20}{1500} = 0{,}0133$, während der Rahmen zur Unterstützungsebene um $\psi_r = \frac{2 . 1{,}5}{1150} = 0{,}0026$ geneigt ist. Daraus folgt die Neigung der Achse zum Rahmen $\psi_v = 0{,}0133 - 0{,}0026 = 0{,}0107$ oder 1 : 94, während der Rahmen zur letzten Achse die Neigung 0,0026 oder 1 : 385 aufweist.

Wenn die linken Räder der ersten und zweiten Achse gleichzeitig in der Einsenkung stehen, so verdoppeln sich die Werte P und M, sowie σ' σ'' und σ''. Infolgedessen ist nun die Änderung der Radbelastung die doppelte, also 350 kg an jedem Rad. Dagegen ist die Neigung der ersten Achse zum Rahmen etwas geringer, weil dieser den Rädern stärker folgt.

2.

Nun werde der Fall untersucht, dafs die gleiche Lokomotive im Einlauf-Übergangsbogen einer Rechtskurve sich befinde, die linke Seite also auf einer Überhöhungsrampe stehe; für letztere werde die bei manchen Eisenbahnverwaltungen zulässige höchste Steigung 1 : 300 angenommen.

Die Bezugsebene sei eine durch den inneren (rechten) Schienenstrang und den Unterstützungspunkt eines an der Stelle C gedachten äufseren Rades gelegte Ebene (Abb. 6). Der Unterstützungspunkt A' liegt dann 4600 : 300 = 15,3 mm, B' 2100 : 300 = 7 mm über dieser Ebene. Nach den im vorhergehenden Abschnitt gemachten Ausführungen hat man diese einseitige Hebung zunächst als eine doppelseitige im halben Betrag einzuführen. Das läuft darauf hinaus, sich das Fahrzeug auf einem zur Bezugsebene im Verhältnis 1 : 600 steigenden Gleis (beide Schienenstränge) vorzustellen. Es liegt auf der Hand, dafs die Federbelastungen bei dieser Zwischenstellung keinerlei Änderung erfahren und daher der erste Teil der Rechnung entfallen kann. Es dreht sich hier nur um die Wirkung, die durch die Überführung der Stützung bei A und B aus der 1 : 600 ansteigenden Ebene in die wirkliche Lage entsteht.

Der halbe Höhenunterschied in Schienenentfernung beim Stützpunkt A ist 7,7 mm und bei B 3,5 mm, in der Federentfernung: $\lambda'_A = 5{,}9$ mm und $\lambda'_B = 2{,}8$ mm,

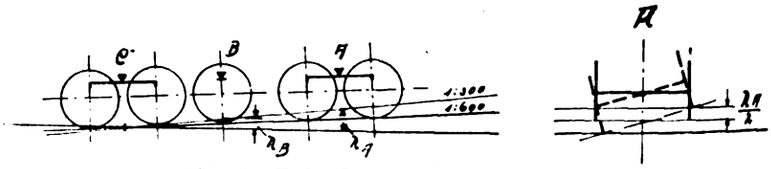


Abb. 6. E. Gz.-Lok. im Übergangsbogen.

die Zusatzkraft $P_A = 5{,}9 . 260 = 1530$ kg,
$P_B = 2{,}8 . 130 = 360$ kg,
die Summe aus beiden: $P = 1890$ kg.

Damit ergibt sich $\sigma''' = \frac{1890}{5 . 130} = \pm 2{,}9$ mm. Im übrigen sind die Verhältnisse, bezogen auf die Hilfsebene 1 : 600, in nachfolgender Übersicht wiedergegeben:

Digitized by Google

	Stützpunkt A		Stützpunkt C		Achse 1		Achse 5	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Stützpunktänderung λ'	− 5,9	+ 5,9	0	0	− 6,7	+ 6,7	+ 0,9	− 0,9
Rahmenänderung σ'''	− 2,9	+ 2,9	− 2,9	+ 2,9	− 2,9	+ 2,9	− 2,9	+ 2,9
$\sigma''' - \lambda'$ . .	+ 3,0	− 3,0	− 2,9	+ 2,9	+ 3,8	− 3,8	− 3,8	+ 3,8

Bemerkung: — Hebung, + Senkung.

Belastungsänderung im Stützpunkt .	+ 390	− 390	− 380	+ 380	− Entlastung,
Auf ein Rad	+ 195	− 195	− 190	+ 190	+ Belastung.

Auch hier sind die Belastungsänderungen nicht bedeutend.

Die Neigung der ersten Achse gegen den Rahmen ist $\frac{2(\sigma''' - \lambda')}{2f} = \frac{7,6}{1150} = 0,0066$ oder 1 : 151. Um den gleichen Betrag ist bei der nahezu symmetrischen Achsanordnung die hintere Achse zum Rahmen geneigt (im entgegengesetzten Sinne).

Die Untersuchungen schliefsen den Fall, dafs die Lokomotive im Auslaufbogen einer Gleiskrümmung sich befindet, mit ein. Es ist hier nur das Vorzeichen zu wechseln; die äufseren, führenden Räder sind die entlasteten, die inneren die belasteten. Die Achsen sind im gleichen Betrag, jedoch im umgekehrten Sinne, gegen den Rahmen geneigt.

3.

Als zweite Lokomotive soll unter den gleichen örtlichen Annahmen wie oben eine 2 C 1 Schnellzuglokomotive untersucht werden mit den Achsständen nach Abb. 7. Auch diese

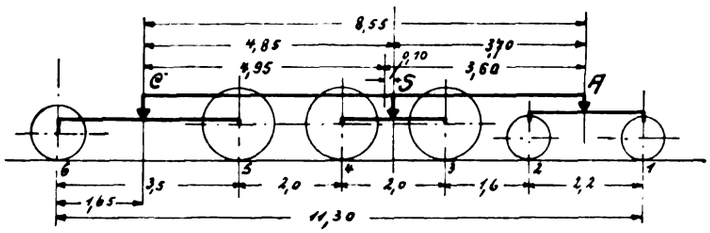


Abb. 7. Achsanordnung der 2 G 1 Sz.-Lok.

Lokomotive ist beiderseits in drei Punkten unterstützt, da die Auflagerung auf das Drehgestell in dessen Mitte (durch zwei seitliche Stützpfannen) erfolgt und die beiden ersten Kuppelachsen sowie die dritte Kuppelachse und die Schleppachse durch Ausgleichhebel verbunden sind. Die Federstärke der Kuppelachs- und der Schleppachsfedern ist mit 100 kg/mm, der Federn an den Drehgestellachsen zu 140 kg/mm angenommen.

Zunächst werde wieder der Fall betrachtet, dafs die beiden Räder des Drehgestells auf der einen Seite (links) in einer Senkung von 20 mm stehen. Für das ebene Problem ist die Kraft P : 10 . 4 . 140 = 5600 kg.

Der Schwerpunkt der Federanordnung findet sich zu $x = \frac{4 . 100 . 3,7 + 4 . 100 . 8,55}{8 . 100 + 4 . 140} = 3,60$ m von Stützpunkt A entfernt.

Das Federwiderstandsmoment für den Schwerpunkt ist $J = 4 . 140 . 3,60^2 + 4 . 100 . 0,10^2 + 4 . 100\ 4,95^2 = 17080$.

Damit ergibt sich $\sigma' = \frac{5600}{4 . 140 + 8 . 100} = 4,1$ mm,

$$\sigma_A'' = \frac{M}{J} y = \frac{5600 . 3,60}{17080} . 3,60 = 4,3 \text{ mm}$$

λ' in der Federentfernung ist $\frac{10 . 1150}{1500} = 7,7$ mm,

mithin $\sigma''' = \pm \frac{2 . 140 . 7,7}{2 . 140 + 4 . 100} = \pm 3,2$ mm.

Demnach wird:

		Stützpunkt A links	Stützpunkt A rechts	Stützpunkt C links	Stützpunkt C rechts
Rahmenlage	σ'	4,1	4,1	4,1	4,1
	σ''	4,3	4,3	− 5,8	− 5,8
	σ'''	3,2	− 3,2	3,2	− 3,2
	σ	11,6	5,2	1,5	− 4,9
Stützpunktlage unter der Grundfläche	λ	17,6	2,3	0	0
	$\sigma - \lambda$ . . .	− 6,0	2,9	1,5	− 4,9

+ Senkung, — Hebung gegen die durch die Unterstützungspunkte der nicht gesenkten Räder gehende Ebene.

Belastungsänderung für den Stützpunkt	− 1680	+ 690	+ 300	− 980
Desgl. für ein Rad	− 840	+ 345	+ 150	− 490

+ Belastung, — Entlastung

Die beiden linken Räder des Drehgestells werden also um je 840 kg entlastet. Die Rahmenneigung ψ_r ist $\frac{2 . 3,2}{1150} = 0,0056$, die Achsneigung der Drehgestellachsen gegen die Bezugsebene $\psi_a = \frac{20}{1500} = 0,0133$, während die Schleppachse ja auf der Bezugsebene steht. Somit ist die Neigung der beiden Drehgestellachsen in ihrem Rahmen 0,0133 — 0,0056 = 0,0077 oder 1 : 130, während die Schleppachse im entgegengesetzten Sinne 0,0056 oder 1 : 179 zum Hauptrahmen geneigt ist.

4.

Für die Untersuchung der gleichen Lokomotive im Übergangsbogen einer Gleiskrümmung mit einer 1 : 300 ansteigenden Überhöhungsrampe sei wieder eine 1 : 600 geneigte Zwischenebene durch die innere Schiene und den linken äufseren Stützpunkt C gelegt gedacht (Abb. 8). Gegen diese Zwischenebene sind die Erhebungen bzw. Senkungen

an der Stelle A: $\lambda_A = \frac{8550}{600} = 14,2$ mm,

an der Stelle B: $\lambda_B = \frac{4850}{600} = 8,1$ mm.

Für die Bildung des Quermomentes sind diese Zahlen im Verhältnis 1150 : 1500 zu vermindern, betragen also $\lambda' = 10,9$ und 6,2 mm. Die das Quermoment bildenden Kräfte sind also unter Berücksichtigung der an jedem Stützpunkt beteiligten Federn: $10,9 . 2 . 140 + 6,2 . 2 . 100 = \pm 4300$ kg. Damit

$$\sigma''' = \frac{4300}{4 . 100 + 2 . 140} = 6,3 \text{ mm}.$$

Die Einzelwerte gibt die Übersicht auf Seite 502.

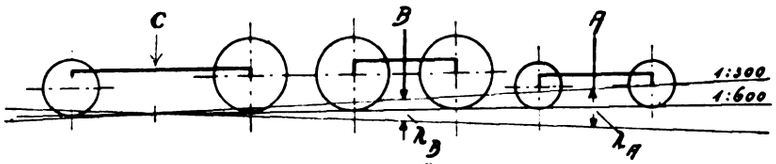


Abb. 8. 2 C 1 Sz.-Lok. im Übergangsbogen.

Die erste Laufachse nimmt also gegen den Drehgestellrahmen eine Neigung 1 : 96 ein, der Hauptrahmen ist gegen die Schleppachse jedoch stärker, nämlich 1 : 68 geneigt. Gegen die Bezugsebene hat der Hauptrahmen eine Querneigung $\frac{2\sigma'''}{2f} = 0,011 = 1 : 90$, während eine an der Stelle A gedachte Achse gegen die Bezugsebene die Neigung $\frac{28,4}{1500} = 0,0190 = 1 : 53$ hat. Für Überschlagsrechnungen kann also angenommen werden, dafs der Rahmen ungefähr halb soviel nachgibt,

Digitized by Google

	Stützpunkt A		Stützpunkt C		Achse 1		Achse 6	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Stützpunktänderung λ'	− 10,9	+ 10,9	0	0	− 12,3	+ 12,3	+ 2,1	− 2,1
Rahmenänderung σ''	− 6,3	+ 6,3	− 6,3	+ 6,3	6,3	+ 6,3	6,3	+ 6,3
$\sigma'' - \lambda'$ . .	+ 4,6	− 4,6	− 6,3	+ 6,3	6,0	− 6,0	− 8,4	+ 8,4
Belastungsänderung im Stützpunkt .	1290	− 1290	− 1260	+ 1260	—	—	—	—
Auf ein Rad .	645	− 645	− 630	+ 630	—	—	—	
Neigung der Achse gegen den Rahmen $\frac{2(\sigma'' - \lambda')}{2\,f}$.	—	—	—	—	0,0104 1 : 96		0,0146 1 : 68	

als die Senkung an der vorderen Unterstützungsstelle beträgt. —

Bei vorstehenden Rechnungen ist vorausgesetzt, dafs der Drehgestellrahmen und der Hauptrahmen sich wie ein Ganzes verhalten, der Drehgestellrahmen also dieselbe Querneigung annimmt wie der Hauptrahmen.

C. Die Querneigung der Achsen im Rahmen nach den baulichen Verhältnissen der Lokomotiven und Tender.

Es wurde im vorstehenden ausgeführt, welche Anforderungen hinsichtlich der Neigungsmöglichkeit der Achsen im Rahmen aus der Gestaltung des Gleises folgen. Sie sind nachfolgend zusammengestellt.

		Neigung der vorderen Achse gegen die hintere		Neigung zum Rahmen vordere Achse		Neigung zum Rahmen hintere Achse	
E-Lokomotive	1. Rad links in einer Gleissenkung von 20 mm	0,0133	1 : 75	0,0107	1 : 94	− 0,0026	385 : 1
	Linke Lokomotivseite auf einer Überhöhungsrampe 1 : 300	0,0133	1 : 75	0,0066	1 : 151	− 0,0066	151 : 1
	Desgl. von 1 : 600 .	0,0067	1 : 150	0,0033	1 : 302	− 0,0036	274 : 1
2 C 1 Lokomotive	Beide linke Räder des Drehgestells in einer Gleissenkung von 20 mm . . .	0,0133	1 : 75	0,0077	1 : 130	− 0,0056	179 : 1
	Linke Lokomotivseite auf einer Überhöhungsrampe 1 : 300	0,0253	1 : 39,5	0,0104	1 : 96	− 0,0146	68 : 1
	Desgl. von 1 : 600 .	0,0127	1 : 79	0,0052	1 : 192	− 0,0073	137 : 1

In der Übersicht sind insbesondere auch die Neigungen zwischen den äufsersten Achsen der Lokomotiven, wie sie nach deren Stellung auf der Bahn auftreten, angeführt. Dieser Gesamtbetrag verteilt sich, wie in den beiden anderen Spalten angegeben, auf die Neigung der Achsen zum Rahmen.

Die errechneten Werte haben ideale Verhältnisse zur Voraussetzung: Es wurde angenommen, dafs die Ausgleichhebel sich genau nach den an den Enden wirkenden Kräften einstellen, dafs die Federn keine innere Reibung besitzen, dafs in den Achslagerführungen gegen die Einstellung des Rahmens keine Widerstände auftreten. Diese Voraussetzungen sind natürlich in der Wirklichkeit bei weitem nicht erfüllt. — Vor allem ist angenommen worden, dafs genügend Zeit gegeben ist dafür, dafs sich der Lokomotivkörper auf den Federn einstellen kann. Bei gröfseren Geschwindigkeiten wird dies infolge der Massenträgheit nicht oder nur angenähert der Fall sein und es mufs für die Neigung der Vorderachse einer Lokomotive angenommen werden, dafs sie sich der der vorausgegangenen Bahngestaltung entsprechenden Rahmenlage einfügt. Hiernach haben die vorstehenden Untersuchungen nur theoretische Bedeutung zur Klarstellung der Verhältnisse und Gewinnung von Anhaltspunkten für die Beurteilung.

Aufser den durch Unebenheiten der Bahn hervorgerufenen Neigungen zwischen Achsen und Rahmen treten solche auch auf durch Schwingungen des Rahmens auf den Federn um die Längsachse, wie sie durch die Unebenheiten der Bahn, durch die Kräfte beim Ein- und Auslauf einer Gleiskrümmung und durch die Fliehkraft hervorgerufen werden. Durch hohe Schwerpunktlage der Lokomotiven strebt man bekanntlich an, dafs diese Schwingungen langsamer und sanfter verlaufen, um die Einwirkungen auf das Gleis zu mildern. Dazu ist Voraussetzung, dafs sich die Schwingungen tatsächlich ausbilden können, d. h. dafs der Rahmen sich auf den Achsen genügend neigen kann. Auf diesen Punkt sei jedoch hier nicht näher eingegangen. Lediglich als Beispiel sei die Neigung berechnet, wie sie bei einer 2 C Personenzuglokomotive, die einen ohne Überhöhung verlegten Weichenbogen von 180 m Halbmesser mit 45 km/h durchfährt, durch die Fliehkraft eintritt. Letztere beträgt $C = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R} = \frac{55000}{9,8} \cdot \frac{12,5^2}{180} = 4800$ kg. Bei 1 m Abstand des Schwerpunktes des Lokomotivkörpers von der Achsmitte entsteht ein Moment von 4800 mkg und bei 1,150 m Federabstand eine Be- bzw. Entlastung jeder der fünf Federn einer Seite von $\frac{4800}{5 \cdot 1,15} = 835$ kg. Für $\delta = 100$ kg ergibt dies + 8,4 mm*) und eine Rahmenneigung von $\frac{2 \cdot 8,4}{1150} \cong 1 : 70$. — Dies ist die statische Gleichgewichtsbelastung. Der Lokomotivkörper hat aber bei Erreichung dieses Federstandes eine gewisse Geschwindigkeit in seiner Drehbewegung erlangt und wird daher noch weiter ausschlagen.

Sind die Schwingungen des Lokomotivkörpers gröfser als nach den Spielräumen zwischen Achslagergehäusen und Achslagerführungen möglich, so übertragen sich die Kräfte an den Achslagern unelastisch auf Rahmen, Räder und Schienen.

Die seitlichen Spielräume zwischen den Leisten der Achslagergehäuse und den Führungen am Rahmen sind im allgemeinen sehr gering. Die Zeichnungen in jüngster Zeit gelieferter Lokomotiven geben zwar den Innenabstand der Leisten eines Achslagers um 1 mm gröfser an als den Abstand der Anschlagflächen der Führung. Auf älteren Zeichnungen und insbesondere auch bei Tendern ist jedoch kein Unterschied angegeben. Bei einer grofsen Zahl im Betrieb befindlicher Lokomotiven ist daher vielfach nur der durch die Genauigkeit der Arbeitsausführung sich ergebende Spielraum, der etwa eine Gesamtseitenverschiebung

*) Genauer wäre $M = \psi\,(n_1 f_1 \delta_1 + n_2 f_2 \delta_2)$ wenn ψ den Neigungswinkel des Lokomotivkörpers um seine Längsachse, f_1 und f_2 die Federabstände, δ_1 und δ_2 die Federstärken, n_1 und n_2 die Zahl der Federn der Treib- und Laufachsen auf einer Seite bedeuten. Beim Drehgestell ist eine wagrechte Rückwirkung auf den Lokomotivkörper nur durch Vermittlung der Drehgestellrückziehfeder möglich. Die Laufachslager liegen ferner tiefer als die Treibachslager, weshalb der Hebelarm bei beiden verschieden ist.

Digitized by Google

der Achse bis höchstens 1 mm gestattet, vorhanden. Es kommt aber auch vor, dafs eine Seitenverschiebung der Achse überhaupt nicht möglich ist. Manchmal wird wohl bei der Genauarbeit der Werkstätten entsprechend der Vorschrift in den Richtlinien für das Vermessen der Lokomotiven, dafs die Achslager sich saugend in ihren Führungen bewegen sollen (Abschnitt C Buchst. f), sogar nach möglichster Verringerung dieser Spielräume getrachtet.

Der Neigungsausschlag einer Achse findet — parallele Gestaltung der Achslagerleisten und der Führungsflächen vorausgesetzt — seine Begrenzung dadurch, dafs, je nach der Verteilung der Spielräume, eine obere und eine untere Kante zweier Leisten, und zwar der äufseren, der inneren, oder auch der beiden Leisten eines und desselben Achslagers, zum Anliegen kommen.

In der Abb. 9a ist angenommen, dafs die beiden äufseren Leisten die Neigung begrenzen. Ist die mögliche Gesamtverschiebung eines Radsatzes in den Führungen (quer zum Gleis) ν und die geführte Länge des Achslagers a, so ist die mögliche Neigung ψ der Achse $\frac{\nu}{a}$.

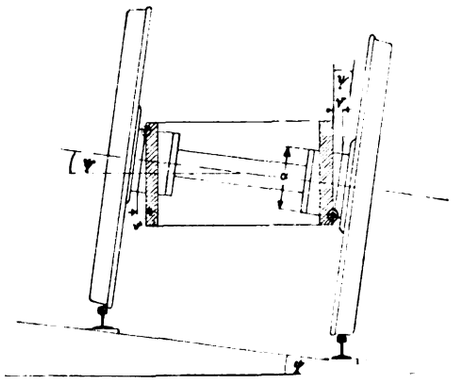


Abb. 9a.

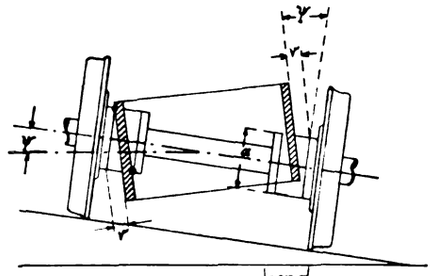


Abb. 9b.

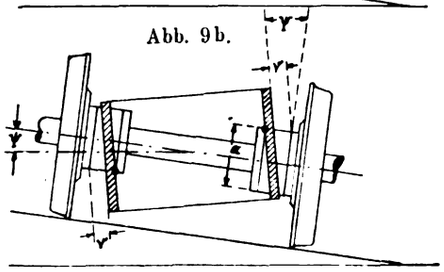


Abb. 9c.

In der Abbildung ist vorausgesetzt, dafs die innere Leiste des linken Achslagers um einen gröfseren Betrag als ν von der Führung absteht. Ist dieser Spielraum jedoch $< \nu$ (Abb. 9b), so ist dieses Mafs für die Neigung mafsgebend, es wird das linke Achslager mit seinen Führungsleisten allein die Neigung begrenzen. Abb. 9c zeigt endlich den Fall, dafs die Spielräume so verteilt sind, dafs die inneren Leisten die Neigung begrenzen.

Stets hat man also aus den etwa mit Hilfe kalibrierter Blechstreifen gemessenen Spielräumen zu ermitteln, um welchen Betrag sich die Achse von einer Endlage bis zur andern verschieben läfst und welche Leisten die Verschiebung begrenzen.

Ein Achslager eines Treib- oder Kuppelradsatzes hat eine Höhe von etwa 400 mm, eines Drehgestell-Laufradsatzes von etwa 320 mm und einer Tenderachse von 250 mm (Bauart mit Blechrahmen). Damit ergibt sich die gröfste mögliche Neigung ψ für $\nu = 0{,}5$ mm zu 1 : 800, 1 : 640 und 1 : 500 und für $\nu = 1{,}0$ mm zu 1 : 400, 1 : 320 und 1 : 250.

Bei den neueren Lokomotiven preufsischer Bauart ist das genaue Pafsmafs der Achslager auf den mittleren Teil, nämlich auf eine Länge von etwa 140 mm für Treibachsen und 60 mm für Laufachsen beschränkt; von da ab erweitern sich die Leisten nach oben und unten um 1 oder einige mm*), so dafs für die Schiefstellung der Achse nur eine geringere Höhe in Frage kommt und ψ für $\nu = 0{,}5$ zu 1 : 280 (Treibachsen) bzw. 1 : 120 (Laufachsen) und für $\nu = 1{,}0$ zu 1 : 140 (Treibachsen) bzw. 1 : 100 (Laufachsen) wird.

Über die Gröfse des Spielraumes ν ist in den Bedingungen nichts gesagt.

In Wirklichkeit wird nun wohl allerdings die Neigungsmöglichkeit der Achse gegen den Rahmen durch das Spiel der Achslagergehäuse nicht erschöpft sein. Denn bei gröfseren Kräften werden elastische Verdrückungen der Rahmenwangen eintreten. Ja, in äufsersten Fällen -- aber selbstverständlich, ohne dafs man dies als zulässig bezeichnen könnte -- wäre eine weitere Neigung vielleicht noch dadurch möglich, dafs die Lagerschalen unter Ausnützung ihres Spielraumes zwischen Achsbund und Nabe an der Schiefstellung teilnehmen, indem sie sich von den Schenkeln abheben. Vielleicht ist manches heifse Lager hierauf zurückzuführen!

Wenn die nach der Bahngestaltung und der Anpassung der Federn erforderliche, im vorigen Abschnitt ermittelte Neigungsmöglichkeit der Achsen zum Rahmen nicht vorhanden ist, tritt ein Klemmen der Achslager in den Führungen ein.

Dabei sind zwei Fälle möglich: Es ist denkbar, dafs nur eine Achse, die vordere oder die hintere, die erforderliche Neigung nicht annehmen kann, dafs aber die andere Achse einen so reichlichen Spielraum hat, dafs sie die mangelnde Einstellung dieser Achse ausgleicht. Es kann aber auch sein, dafs die Summe der Neigung der vorderen Achse gegen den Rahmen, ψ_v, und des Rahmens gegen die hintere Achse, ψ_h, nicht die erforderliche Gesamtneigung Ψ der ersten Achse gegen die letzte erreicht. Im ersteren Fall hat dies eine andere Kraftverteilung als bei freiem Spiel zur Folge. Liegt der Fall z. B. vor, dafs das linke Vorderrad einer Lokomotive in einer Einsenkung steht und die wirkliche Neigung $(\psi_v) <$ ist als die berechnete ψ_v, so ist das von ihren Federn ausgeübte Drehmoment um die Längsachse der Lokomotive bestimmt durch $M_v = (\psi_v) \,.\, f \,.\, \delta \,.\, 2\,f$. — Da die hinteren Achsen nun, wenn Ψ ihren Winkel gegenüber der vorderen Achse bedeutet, um den Winkel $\psi_h = \Psi - (\psi_v)$ geneigt sind, so ist auch hier ein bestimmter Momentenwert für die Federwirkung gegeben, nämlich $M_h = (\Psi - (\psi_v))\, f \,.\, \delta \,.\, 2\,f$.

Da nun die nach dem Gleichgewicht berechneten Federeinsenkungen über-, bzw. unterschritten sind, so wird $M_h > M_v$ sein, und diese Differenz tritt an den Achslagerführungen der vorderen Achse als Klemmwirkung auf. Nach dem oben durchgerechneten Beispiel müfste sich die erste Achse einer E-Güterzuglokomotive, wenn sie in einer einseitigen Gleissenkung von 20 mm steht, 1 : 94 im Rahmen neigen können, Das wäre selbst bei der günstigsten Gestaltung der Kuppel-

*) Siehe besondere Bedingungen für die Lieferung von Dampflokomotiven, Tendern und deren Ersatzteilen (§ 11, Ziff. 2).

Digitized by Google

achsführungen (1 : 140) nicht möglich, dagegen ist das an der Hinterachse erforderliche Spiel so gering (Neigung 385 : 1), dafs durch eine Neigung des Rahmens die ungenügende Neigungsmöglichkeit der Vorderachse ausgeglichen werden kann (wenn die Führungen die Neigung 1 : 140 gestatten).

Der zweite Fall, dafs $(\psi_v) + (\psi_h) < \Psi$, ist wesentlich ungünstiger (Abb. 10). In diesem Falle vermag sich der Rahmen

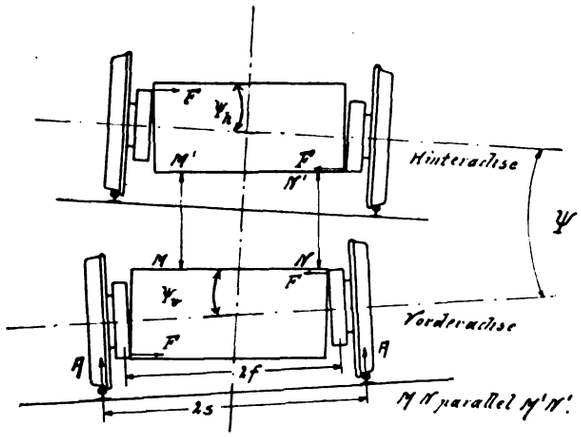


Abb. 10. Lok. mit im Hauptrahmen gelagerten Achsen auf windschiefer Unterstützungsfläche. Die hintere Achse ist der Deutlichkeit halber über der vorderen Achse gezeichnet. An den Achslagerführungen treten Pressungen F auf. Das Fahrzeug wird um eine Diagonale pendeln.

mit Hilfe der Federn der windschiefen Unterlage der Schienen nicht anzupassen, es tritt also das ein, was bei einem ungefederten, mit vier Stützen auf einer windschiefen Unterlage stehenden Fahrzeug geschehen würde. Der Rahmen wird um eine die beiden über Eck liegenden höheren Stützen verbindende Linie pendeln, wodurch die beiden anderen Stützen eine unsichere, wechselnde Belastung erhalten. Dabei ist, wie schon erwähnt, davon abgesehen, dafs durch Verwindungen des Rahmens unter Umständen die fehlende Neigungsmöglichkeit hergestellt werden kann. Ein empfehlenswerter Zustand dürfte dies jedoch bei der völligen Unbestimmtheit des Kraftflusses nicht sein.

Wird die Überhöhungsrampe als Steigung befahren (beim Einlauf in den Bogen), so ist allerdings das führende Rad das höchste und wird die gröfste Belastung erhalten, als betriebssicher kann dieser Zustand aber nicht betrachtet werden, weil durch Stöfse bei Unregelmäfsigkeiten im Lauf das entlastete innere Rad zur Entgleisung kommen kann. Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse aber beim Ablauf von der Rampe, weil hier das führende Rad mit der unsicheren Belastung behaftet ist.

In besonderer Weise äufsert sich ein solcher Fall bei Lokomotiven mit zweiachsigem Drehgestell. Auch Tender mit im Hauptrahmen festgelagerten Achsen und vorderem Drehgestell gehören hierher.

Sowohl bei den Lokomotiven wie bei den Tendern wird die Last auf das Drehgestell in der Regel nicht in der Mitte, sondern in zwei seitlichen Stützflächen übertragen. Wenn in diesem Falle der nötige Spielraum an den Achslagern nicht gegeben ist und die Achsen daher nicht die erforderliche Neigung Ψ annehmen können, mufs es, wenn der Rahmen sich nicht entsprechend verwindet, zu einem Abkippen des Hauptrahmens vom Drehgestell kommen. Bei einer 2 C 1-Lokomotive z. B. in einem Gleisbogen mit einer Überhöhungsrampe 1 : 300 steht das eine Rad der führenden Drehgestellachse bei einem gesamten Achsstand der Lokomotive von 11300 mm um 38 mm höher als die durch die innere Schiene und den Berührungspunkt des äufseren Rades der Hinterachse gelegte Ebene. Die Neigung zwischen der vordersten und hintersten Lokomotivachse ist $\Psi = 38 : 1500 = 0{,}0253$ oder rund 1 : 40. Wenn die Neigungsmöglichkeit an beiden Achsen die gleiche ist, müfste die Neigung der Vorderachse zum Drehgestellrahmen und vom Hauptrahmen zur letzten (Schlepp-)Achse je 0,0125 = 1 : 80 betragen. Es kommt aber an den Lokomotiven vor, dafs die tatsächliche Gesamtneigung beider Achsen zu einander nur $\frac{1}{800} + \frac{1}{640} = 0{,}0028 = 1 : 357$ bis $\frac{1}{400} + \frac{1}{320} = 0{,}0056 = 1 : 178$ ist. Der fehlende Winkelausschlag, um den die Neigung des Hauptrahmens von der des Drehgestellrahmens abweichen mufs, ist 0,0125 — 0,0028 = 0,0097 oder 1 : 103 bzw. 0,0125 — — 0,0056 = 0,0069 oder 1 : 145. Sind die beiden seitlichen Stützflächen des Drehgestells 965 mm von einander entfernt, so steht auf der einen Seite der Stützzapfen um 0,0097 . 965 bzw. 0,0069 . 965, d. h. 9,3 bzw. 6,5 mm von der Stützpfanne ab; die Last wird nur einseitig auf das Drehgestell übertragen (Abb. 11). Zwischen der Mutter am Drehzapfen und seinem

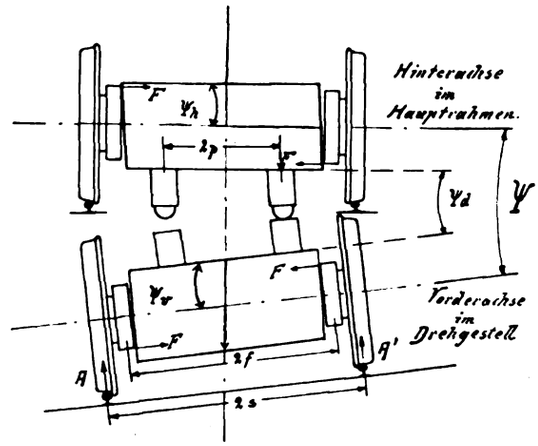


Abb. 11. Lok. mit Drehgestell auf windschiefer Unterstützungsfläche. Hinterachse im Hauptrahmen ist über dem Drehgestell dargestellt.

Gehäuse ist genügend Spielraum, um dieses Abklappen zuzulassen. Das führt selbstverständlich zu einer sehr ungleichen Lastverteilung für das Drehgestell. Sie berechnet sich zu

$$A\,2s - G_d\,s - P\,(s - p) = 0$$

$$A = \frac{G_d}{2} + \frac{P\,(s - p)}{2\,s} = 6{,}22\text{ t}$$ (für die beiden entlasteten Räder), worin A die Auflagerreaktion an den entlasteten Rädern, G_d das Eigengewicht des Drehgestells = rund 5,5 t, P die vom Hauptgestell übertragene Last = 19,5 t ist. An den Achsführungen treten durch die einseitige Auflagerung starke Pressungen auf.

Die Räder der entlasteten Seite erhalten also je 3,11 statt 6,25 t Last. Bei dieser geringen Belastung ist selbstverständlich keinerlei Sicherheit gegen Aufsteigen mehr gegeben.

Noch stärker macht sich die Entlastung bemerkbar bei den 2 C-Personenzuglokomotiven preufsischer Bauart (P 8) und bei den Tendern mit vorderem Drehgestell (bayrische Bauart), weil hier die Stützflächen weiter entfernt sind. Die Entfernung beträgt bei den Personenzuglokomotiven, wo sich die Stützflächen unmittelbar über der (für Vorder- und Hinterrad gemeinsamen) Feder befinden, 1150 mm, bei den Tendern 1650 mm; die Stützpfannen liegen hier also sogar aufserhalb der Räder. Bei den Tendern sind, wie bereits erwähnt, auch noch sehr geringe Spielräume an den Achslagern vorhanden.

Für die Personenzuglokomotiven berechnet sich die Lastverteilung, wenn nur die eine Drehgestellseite trägt:

Digitized by Google

$$A = \frac{5{,}0}{2} + 22 \cdot \frac{175}{1500} = 2{,}5 + 2{,}57 = 5{,}07 \text{ t},$$

auf ein Rad ~ 2,5 t gegen 5,5 t normal, wenn $G_d = 5{,}0$ t, $P = 22$ t.

Die Lastverteilung bei den Tendern ist, wenn das Eigengewicht des Drehgestells zu 4 t, die auf das Drehgestell übertragene Last zu 28 t bei vollen Vorräten angenommen wird:

$$A = 2{,}0 - \frac{28 \quad 75}{1500} = 0{,}6 \text{ t}.$$

Die Räder sind also fast vollständig entlastet.

Die gleichen Verhältnisse wie bei einer Lokomotive mit Laufachs-Drehgestell liegen natürlich auch bei einer Lokomotive mit Trieb-Drehgestell (Bauart Mallet) vor. Infolge des langen Achsstandes, der bei der bayrischen D + D-Lokomotive z. B. 12,2 m beträgt, ist auch die Verdrehung der Achsen gegeneinander sehr beträchtlich und erreicht bei einem um 41 mm höher stehenden Vorderrad auf einer Überhöhungsrampe 1 : 300 den Wert Ψ 0,0273 (1 : 37,5). Günstig ist allerdings hier, dafs die vom Hauptgestell auf das vordere Triebgestell übertragene Last nur etwa 20 t ausmacht, während das Eigengewicht des vorderen Gestells etwa 40 t ist. Die Abstützung des Hauptgestells auf das Drehgestell erfolgt hier in zwei Stellen auf jeder Lokomotivseite (Abb. 12). Der hintere Rahmen ist mit zwei Spannschrauben im Abstand von 1050 mm am vorderen Rahmen aufgehängt (H). Aufserdem ruht der Kessel mit zwei Kugelzapfen im Abstand 860 mm zwischen dritter und vierter Kuppelachse auf. — Die als Beispiel gewählte bayrische Ausführung hat abgeschrägte Achslagerleisten. Die mögliche Neigung der Achsen zum Rahmen ist bei $\nu = 0{,}5$ mm $\psi_v = \psi_h = \frac{0{,}5}{80} = \frac{1}{160}$; für $\Psi = 0{,}0273$ würde die mögliche Verdrehung von $2 \times \frac{1}{160} = 0{,}125$ nicht ausreichen, vorderer und hinterer Rahmen würden vielmehr einen Winkel von $0{,}0148 = (1 : 67)$ bilden. Für eine Rampe 1 : 600 wäre die Neigungsmöglichkeit der Achsen jedoch ausreichend, einen Mindestspielraum von 0,5 mm vorausgesetzt. Die Abb. 13 stellt die Verdrehung der einzelnen Fahrzeugteile der Lokomotive dar. Das vordere Gestell ist schematisch zwischen Hintergestell und Kessel eingezeichnet. Der hintere Rahmen hängt nur mit seiner äufseren Spannschraube am vorderen Rahmen, ebenso ruht der Kessel nur mit dem äufseren Zapfen auf; die innere Spannschraube ist lose; der innere Stützzapfen steht ab.

An den äufseren Rädern tritt dadurch eine Belastungserhöhung von 7,75 auf 9 t, an den inneren eine Entlastung auf 6 t ein (wenn die Lokomotive die Überhöhungsrampe im Einlaufbogen befährt). Für den Abstand der Lastübertragungsstellen ist hierbei ein gemeinsames mittleres Mafs von 960 mm angenommen.

Fährt die Lokomotive in eine Krümmung ein, so wird die innere Stützfläche abkippen und die äufseren Räder werden belastet, die inneren entlastet. Beim Auslauf aus der Krümmung tritt aber der umgekehrte Fall ein, dafs die führende Seite des Drehgestells entlastet wird. Auch der erste Fall ist, wie bereits oben erwähnt, keineswegs als sicher anzusehen. — Nicht nur in den Übergangsbögen, sondern auch in der eigentlichen Krümmung wäre ferner ein solches Abkippen des Lokomotivrahmens vom Drehgestell denkbar, hier hervorgerufen durch die Zentrifugalkraft, je nach Geschwindigkeit und der Überhöhung der Kurve nach innen oder nach aufsen gerichtet, und durch Schwingungen, falls der Hauptrahmen nach der an den Kuppelachsen vorhandenen Neigungsmöglichkeit in gröfseren Schwingungsweiten pendeln kann als der Drehgestellrahmen. Es empfiehlt sich daher wohl, vor allem auf ausreichende Neigungsmöglichkeit der Drehgestellachsen zu achten.

Die vorangehenden Untersuchungen haben gezeigt, in welchem Zusammenhang Unebenheiten der Bahn und Nachgiebigkeit der Achsen stehen. Es erscheint daher angezeigt, für beide gewisse Normen aufzustellen. Für Überhöhungsrampen bei Gleisbögen ist dies geschehen. Im Entwurf der neuen Vorschriften für die Bahnunterhaltung ist ihre Höchstneigung, der bisherigen, im gröfsten Teil des Reichsbahngebietes befolgten Übung entsprechend, auf 1 : 600 begrenzt. Für Einsenkungen fehlen bestimmte Vorschriften. Es wäre erwünscht, wenn von bautechnischer Seite weitere Angaben gemacht würden, welche Abweichungen vom idealen

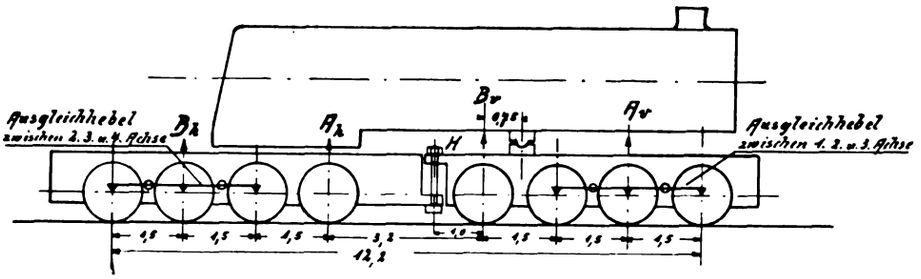


Abb. 12. Lokomotive der Mallet-Bauart.

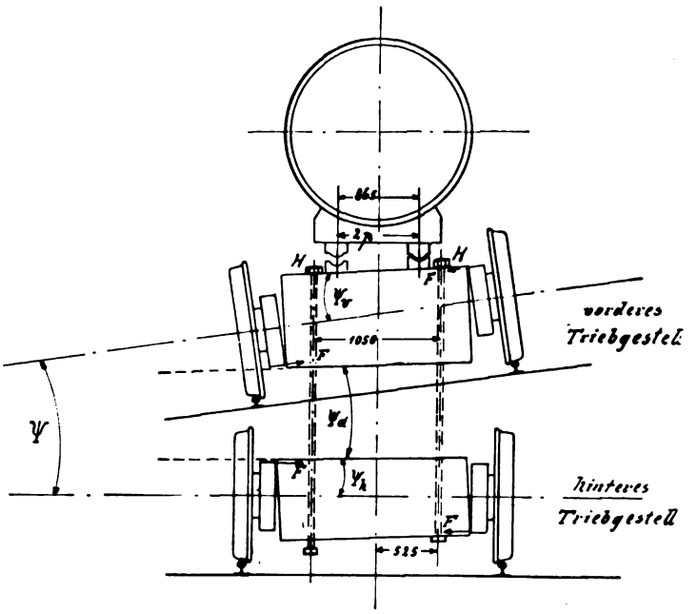


Abb. 13. Lok. der Mallet-Bauart. Vorderes Triebgestell ist der Deutlichkeit halber zwischen Hauptgestell und dem mit diesem verbundenen Kessel gezeichnet.

Zustand in der Schienenlage auch bei ausreichender Unterhaltung als unvermeidbar angesehen werden müssen, um dem Lokomotivkonstrukteur Anhaltspunkte für die Gestaltung der einschlägigen Bauteile zu geben. Hiernach wären Höchstmafse festzusetzen, bis zu denen Einsenkungen noch als unschädlich anzusehen sind. Bei der Festsetzung eines solchen Höchstmafses dürften freilich auch die dynamischen Wirkungen nicht unberücksichtigt bleiben. Wohl zu beachten wäre ferner bei einer solchen Festsetzung, dafs Einsenkungen unter Umständen in den beiden Schienensträngen um den Achsstand eines Fahrzeugs versetzt auftreten können und dafs sich ihre Wirkung

Digitized by Google

dann summiert (s. o.). Auf der anderen Seite wäre für den Bau von Lokomotiven eine bestimmte Neigungsmöglichkeit der Achsen in den Achslagerführungen vorzuschreiben. —

Eine Ausführung, welche die Forderung der Neigung mit genauer Parallelführung vereinigt, ist die Zara-Achsbüchse (vergl. Organ 1908, S. 137). Die Ausführung ist jedoch teuer. Die Anforderungen werden genügend erfüllt, wenn, wie dies bereits vielfach geschieht, die Höhe der Führung auf den mittleren Teil begrenzt und ein Spielraum von mindestens 1 mm vorgeschrieben wird. Dabei sollte aber in den Fabriken und Werken darauf gesehen werden, dafs der Spielraum beim Einsetzen der Achse gleichmäfsig verteilt wird. Es dürfen also nicht etwa beide äufsere oder beide innere Leisten anliegen, die Achse mufs vielmehr 1 mm wirkliche Seitenverschiebung haben. In den Betriebswerkstätten mufs darauf geachtet werden, dafs sich diese Spielräume nicht durch Sand und Schmutz zusetzen, denn dieser Mindestspielraum mufs mit Sicherheit aufrecht erhalten werden. — Die Neigungsmöglichkeit der Achsen von Drehgestellen soll, wenn seitliche Auflager vorhanden sind, stärker sein als die der Achsen des Hauptrahmens. Ist die Höhe der Führungsleisten bei den Treibachsen 120, bei den Drehgestellachsen 60, so ergibt sich bei einem Spielraum von 1 mm eine Gesamtneigung der ersten zur letzten Achse von $\frac{1}{120} + \frac{1}{60} = \frac{1}{40}$, was als ausreichend anzusehen ist. Die Erweiterung des Leistenabstandes nach oben und unten müfste in einer genügenden Neigung verlaufen; die zur Zeit bei 1 mm Erweiterung vorhandene Neigung $\frac{0,5}{130} = \frac{1}{260}$ wäre nicht ausreichend.

Für die Federn bedeuten diese Neigungen $\pm \frac{1150}{120}$ und $\frac{1150}{60} \cong + 10$ bzw. ± 20 mm Durchbiegung; im ersten Fall also etwa $+ 17\,\%$ Belastungsänderung bei 60 mm normaler Einsenkung. Es wäre also bei normalen Schwingungen nicht zu befürchten, dafs die Schwingungsweite durch die Anschläge begrenzt wird.

Die Berechnung feuerloser Lokomotiven.

Von Dr. Ing. **Wichtendahl**, Hannover.

Hierzu Tafel 42.

Feuerlose Lokomotiven sind in den letzten Jahren für Verschiebedienst und kleine Streckenfahrten in industriellen Unternehmungen sehr in Aufnahme gekommen, weil sie sich für diese Zwecke als aufserordentlich brauchbar erwiesen haben.

Der Gedanke der feuerlosen Lokomotive stammt aus dem Jahre 1872 von dem Deutsch-Amerikaner, Zahnarzt Dr. Emil Lamm. Er beabsichtigte, seine Erfindung als Strafsenbahnlokomotive zu verwenden, da bei ihr der lästige Qualm und die Feuersgefahr gegenüber der damals verwendeten gefeuerten Lokomotive fortfiel. Nach einigen Verbesserungen durch Scheffler und insbesondere durch Francq (1875) wurde die feuerlose Lokomotive als Strafsenbahnlokomotive an verschiedenen Stellen eingeführt. Die gewaltige Entwicklung der Elektrizität wurde jedoch der feuerlosen Strafsenbahnlokomotive sehr bald zum Verhängnis, so dafs sie durch den elektrisch betriebenen Strafsenbahnwagen in kurzer Zeit verdrängt wurde. Auch sonst fand sie wenig Verwendung und wurde nur vereinzelt in Bergwerken und Sprengstoffabriken wegen ihrer unbedingten Sicherheit gegen Feuersgefahr benutzt.

In den letzten Jahren bürgert sich nun die feuerlose Lokomotive wieder mehr und mehr ein. Fast alle industriellen Unternehmungen müssen in ihren Betrieben Verschiebearbeit verrichten, die oft nur kurze Zeit in Anspruch nimmt. Hierfür ist die feuerlose Lokomotive besonders gut geeignet; sie ist schnell fahrbereit, braucht geringe Wartung und keinen geprüften Führer. Aufserdem ist sie billig in der Anschaffung und im Betriebe, insbesondere aber unbedingt betriebssicher. Selbstverständlich ist die Verwendung von feuerlosen Lokomotiven nur dort möglich, wo ortsfeste Dampfkesselanlagen vorhanden sind. Es wird sich dort in den meisten Fällen einrichten lassen, die Füllung des Kessels in den Betriebspausen vorzunehmen und dadurch in äusserst billiger Weise die Wärmespeicherung in dem Kessel der feuerlosen Lokomotive zu erhalten.

Infolge der bisherigen geringen Verbreitung feuerloser Lokomotiven ist ihre Arbeitsweise nicht sehr eingehend untersucht worden; insbesondere sind aber in den veröffentlichten Berechnungsarten Fehler begangen worden und besondere Eigenarten der feuerlosen Lokomotive unberücksichtigt geblieben.

Bei der Betrachtung ihrer Arbeitsweise sind zwei von einander vollkommen unabhängige Vorgänge scharf zu trennen:

I. Der Ladevorgang (Füllvorgang);

II. der Entladevorgang (Leistungsabgabe während der Fahrt).

Der Ladevorgang *) soll hier nicht behandelt, sondern nur der Entladevorgang eingehend besprochen werden. Für die Leistungsabgabe feuerloser Lokomotiven sind folgende grundlegende Fragen zu untersuchen:

1. Wieviel Dampf wird in dem Heifswasserspeicher durch die ständige Druckverminderung erzeugt?
2. Welche Arbeit kann mit dem erzeugten Dampf geleistet werden?

I. Die Dampferzeugung in dem Heifswasserspeicher durch Druckverminderung.

Ist in dem Kessel einer feuerlosen Lokomotive eine bestimmte Wassermenge vorhanden, die beispielsweise auf 200° C erhitzt ist, so müssen in jedem kg Wasser 204 WE enthalten sein, und es mufs in dem Kessel ein Druck von 16 ata herrschen, da die Temperatur, der Wärmeinhalt des Wassers und der Druck im Kessel in ganz bestimmter gesetzmäfsiger Beziehung zueinander stehen. Läfst man aus dem Dampfraum des Kessels Dampf ausströmen, so wird damit in dem Dampfraum eine Drucksenkung eintreten, wodurch nur der Gleichgewichtszustand zwischen Druck im Kessel und spezifischem Wärmeinhalt des Kessels gestört wird. Das Wasser mufs dann bekanntlich so viel Wärme abgeben, dafs sein Wärmeinhalt wieder dem niedrigeren Kesseldruck entspricht. Dieser Wärmeüberschufs bei einer eintretenden Drucksenkung bringt Wasser zum Verdampfen und entweicht in dem erzeugten Dampf aus dem Kessel.

Um die Dampfmengen zu bestimmen, die bei einer bestimmten Drucksenkung und bei einem bestimmten Wasserinhalt erzeugt werden, sind eine Reihe von Formeln aufgestellt worden **). Wertet man jedoch alle die bekannten Formeln für einen bestimmten Fall aus, so ergeben sich Abweichungen

*) Eingehende Abhandlungen siehe Hanomag-Nachrichten 1925, Heft 136.

**) Literaturangabe von Formeln über Dampfentwicklung. a) Borsig-Katalog. b) Buch von John „Feuerlose Lok. c) Eisenbahntechn. Zeitschrift 1905, Seite 925. d) „Die Lokomotive" 1906, Seite 173. e) Deutsche Strafsen- und Kleinbahnzeitung 1907, Heft 42. f) Hohenzollern-Katalog. g) Hanomag-Nachrichten 1915, Heft 2 und 7. h) Eisenbahntechn. Zeitschrift 1906, Seite 427. i) Prof. Dr. Zeuner, „Techn. Thermodyn.", Band 2. Seite 426. k) Ing. Kraufs, Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungs- u. Vers.-G. 1922, Heft 6. l) Dr. Ing. Knopf, Hütte 1925, Band I, Seite 500. m) Prof. Dr. Ing. Pauer „Die Wärme" 10. 8. 23. n) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart 1907, Band 4, Seite 435. o) Dr. Schreber „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" 1919, Seite 177 und 195.

Digitized by Google

von rund 100 v. H. Diese verschiedenen Ergebnisse beruhen darauf, dass bei einigen Formeln vereinfachende Annahmen, insbesondere aber bei einigen Formeln Trugschlüsse gemacht sind, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Um möglichst genaue Werte zu erhalten, ist vom Verfasser eine stufenweise Rechnung durchgeführt worden und zwar nach folgender Überlegung: In dem Kessel seien 1000 kg Heifswasser vorhanden, die z. B. unter einem Druck von 15 ata stehen, so dafs in dem Kesselwasser eine Wärmemenge von 1000 . i' (i' = Flüssigkeitswärme) enthalten ist. Entnimmt man dem Kessel eine geringe Dampfmenge, z. B. 1 kg, so geht mit dem Dampf je nach dem Feuchtigkeitsgehalt x eine Wärmemenge von x . i'' (i'' = Dampfwärmeinhalt für x = 1) aus dem Kessel heraus. Nach der Entnahme sind dann noch 999 kg Wasser enthalten, dessen Wärmeinhalt um x . i'' gegenüber dem anfänglichem Wärmeinhalt geringer sein mufs. Man kann somit die Flüssigkeitswärme i' nach der Entnahme berechnen und damit aus den Dampftabellen den Enddruck im Kessel ablesen. Für 1000 kg Anfangskesselwasser bei 15 ata und unter Annahme einer Erzeugung von trocken gesättigtem Dampf würde sich die Rechnung folgendermafsen ergeben:

Anfangszustand: 1000 kg Wasser = 204 740,0 WE. bei 15 ata
entnommen: 1 » Dampf = 670,5 » » » 15 »
Endzustand: 999 » Wasser = 200 069,5 » »

$$\text{WE.-Inhalt von 1 kg Wasser} = \frac{200\,069{,}5}{999} = 200{,}27 \text{ W. E}$$

daraus Druck des Endzustandes = 14,85 ata.

Durch Fortsetzung dieser Rechnung ist die erzeugte Dampfmenge in Abhängigkeit vom Druckabfall zu bestimmen. Abb. 1, Taf. 42 zeigt im Schaubild nach dieser Rechnung die Dampfentwicklung bei verschiedenen Anfangsspannungen bezogen auf 1 m³ Anfangskesselwasser.

Der oben entwickelte Ansatz entspricht allerdings nicht ganz der Wirklichkeit. Tatsächlich geht aus dem Kessel nicht nur die Dampfwärme x.i'' heraus, sondern auch noch die während der Dampfentwicklungszeit durch die äufsere Abkühlung hervorgerufene Verlustwärme. Aufserdem wird durch die im Dampfraum befindliche Wärme die Rechnung beeinflufst.

Alle diese Verhältnisse sind vom Verfasser einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden*), deren Ergebnisse hier kurz angegeben werden sollen.

1. Der bei der Drucksenkung sich vergröfsernde Dampfraum braucht nicht durch den aus dem Kesselwasser erzeugten Dampf aufgefüllt zu werden, sondern gibt bei der Drucksenkung Dampf ab. Dadurch erhöht sich die Dampferzeugung um rund 1 v. H. im Vergleich zu der Dampfentwicklung ohne Berücksichtigung des Dampfraumes.
2. Der Zustand des erzeugten Dampfes wurde mittels Drosselkalorimeters bei Stillstand der Maschine untersucht, und es ergab sich, dafs der Dampf trocken gesättigt (x = 1) war. Der Dampfzustand bei der Erzeugung während der Fahrt wird für mittlere Verhältnisse auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 4 v. H. (x = 0,96) geschätzt. Hierdurch ist ein geringerer Wärmeaufwand für 1 kg Dampf nötig im Vergleich zu einer Erzeugung von trocken gesättigtem Dampf.
3. Bei einer feuerlosen Lokomotive mittlerer Bauart (etwa 8 m³ Kesselwasser) und mäfsiger Geschwindigkeit vergehen während der Fahrt 27 Sek., wenn 1 kg Dampf bezogen auf 1000 kg Kesselwasser erzeugt wird. In diesen 27 Sek. gehen im hohen Druckbereich 25 WE. bezogen auf 1000 kg Kesselwasser, verloren. Dieser Verlust nimmt mit sinkendem Druck immer mehr ab und beträgt bei 1 at Kesseldruck nur noch 15 WE Wegen des Abkühlungsverlustes mufs demnach mehr Wärme aufgebracht werden.
4. Die Einflüsse des Dampffeuchtigkeitsgehaltes und des Abkühlungsverlustes heben sich zahlenmäfsig in ihrer Wirkung auf die Dampferzeugung ungefähr wieder auf, so dafs eine Rechnung mit der Annahme trocken gesättigten Dampfes für die Praxis genügend genaue Werte ergibt.

*) Siehe Dr.-Dissertation Wichtendahl, Techn. Hochschule Hannover.

Da, wie schon erwähnt, die Ergebnisse der in der Literatur befindlichen Formeln stark voneinander abweichen, so ist zur Prüfung folgender Versuch gemacht worden. Eine Lokomotive wurde im gefüllten Zustande auf eine Wage gefahren und der Dampf bei Stillstand der Lokomotive durch die Zylinderablafshähne abgeblasen. Der Wasserinhalt wurde nach dem Wasserspiegel im Wasserstandsglase zu 13 m³ errechnet. Die unten angeführte Zusammenstellung gibt die Versuchsdaten an, ferner die Dampferzeugungsmengen nach der obigen stufenweisen Rechnung und nach den Formeln, nach denen, soweit es dem Verfasser bekannt ist, bis jetzt alle Lokomotivfabriken rechnen.

Dampferzeugung nach:

Dampf-Druck	Gewicht	dem Versuch	der stufenweisen Rechnung	den Formeln der Lokomotiv-Fabriken
11	35240			
10	35150	90	90	182
8	34890	350	318	558
6	34640	600	565	970
4,5	34380	860	780	1300
2,5	33960	1280	1100	1820

Der Versuch hat gezeigt, dafs sich die Werte der stufenweisen Rechnung gut nähern. Die Versuchswerte müssen deswegen etwas höher sein, weil zu der stufenweisen Rechnung noch die 1 v. H. Mehrdampferzeugung aus dem Dampfraum hinzukommt. Aufserdem hatte die Versuchslokomotive einen grofsen Kessel, der eine kleinere Oberfläche bezogen auf 1000 kg Kesselwasserinhalt aufweist, als eine mittlere Bauart, so dafs der spezifische Abkühlungsverlust geringer wird und dadurch mehr Wärme zur Dampferzeugung als bei einer mittleren Bauart zur Verfügung steht.

Die vom Verfasser vorgenommene stufenweise Rechnung stimmt mit den Werten von Dr. Ing. Knopf (s. 2. Anmerkung auf Seite 506) sehr genau, und ziemlich genau mit den Werten nach Zeuner und den in der Eisenbahntechnischen Zeitschrift 1906 angegebenen Formel überein, während die Formeln, nach denen die Lokomotivfabriken rechnen, viel zu hohe Werte ergeben.

II. Das Arbeitsvermögen feuerloser Lokomotiven.

Die bisherige Art der Berechnung des Arbeitsvermögens feuerloser Lokomotiven ist von den gefeuerten Lokomotiven übernommen. Es sei hier vorweggenommen, dafs dabei besondere Eigenarten der feuerlosen Lokomotive unberücksichtigt geblieben sind und infolgedessen die allgemein angewendete Berechnungsart falsch ist:

Bisher wurde folgendermafsen gerechnet: Aus Zugkraft, die sich nach bekannten Formeln ergibt, und aus der zurückzulegenden Strecke ist die zu leistende Arbeit bekannt. Da der spezifische Dampfverbrauch für 1 PS-Std. (270000 mkg) durch Versuche ermittelt ist, erhält man aus dem Produkt der Arbeit A und des spezifischen Dampfverbrauchs d die für die Arbeit erforderliche Gesamtdampfmenge:

Gl. 1 . . . . . $D_{kg} = A_{mkg} \cdot d_{kg/mkg}$.

Die Lokomotivbauanstalten rechnen mit einer unveränderlichen Dampfverbrauchszahl von 23, 24 bzw. 27 kg/PS$_e$-Std.

Digitized by Google

Aus der Gleichung kann dann für ein bestimmtes Arbeitsprogramm der Gesamtdampfverbrauch D und somit die erforderliche Kesselgröfse festgelegt werden.

Da die geleistete Arbeit das Produkt aus zurückgelegter Strecke und Zugkraft ist, so müfste man bei einem bestimmten Gesamtdampfverbrauch D bei Leerfahrt eine weitere Strecke fahren können als bei einer Lastfahrt. Der Unterschied geht am besten aus einem Beispiel hervor: Bei einem Wasserraum von 12 m^3 können von 8 atü Anfangsdruck bis 2 atü Enddruck insgesamt 865 kg Dampf (12×72 kg, siehe Abb. 1, Taf. 42) erzeugt werden. Bei einem Lokomotivgewicht von 34 t und einem Lokomotivwiderstand von 8 kg/t ist eine Zugkraft von 272 kg zur Fortbewegung der Lokomotive auf gerader ebener Strecke bei mäfsiger Geschwindigkeit erforderlich. Rechnet man mit einem spezifischen Dampfverbrauch von 27 kg/PS-Std., so ergibt sich aus Gleichung 1, dafs die Lokomotive eine Strecke von 32 km zurücklegen kann. Würde man unter sonst gleichen Verhältnissen eine Lastfahrt mit z. B. 130 t unternehmen, so ist unter Zugrundelegung eines Wagenwiderstandes von 4 kg/t die erforderliche Zugkraft $272 + (4 . 130) = 792$ kg, und es könnte dann nach Gleichung 1 eine Strecke von 11 km zurückgelegt werden. Demnach wird bei der Leerfahrt eine dreimal weitere Entfernung zurückgelegt als bei der Lastfahrt.

Vom Verfasser sind nun mit einer feuerlosen Lokomotive (12 m^3 Kesselwasserinhalt) mehrere Versuchsfahrten und zwar Leer- und Lastfahrten unternommen worden, etwa unter ungefähr den gleichen Bedingungen, wie in den obigen Rechnungsbeispielen angenommen wurde. Das Ergebnis der Versuchsfahrten war aber ein ganz anderes. Es stellte sich heraus, dafs die Lokomotive bei Leer- und Lastfahrt ungefähr die gleiche Strecke zurücklegte. In der Abb. 2, Taf. 42 sind die Versuchsfahrten, d. h. der Druckabfall in Abhängigkeit von der zurückgelegten Strecke, eingetragen. Das ebenfalls in die Abb. 2, Taf. 42 eingezeichnete Streckenprofil weist nur zwei ganz schwache Kurven auf, so dafs die Versuchsstrecke als gerade anzusehen ist. Der in der Mitte der Strecke liegende Bahnhof war der Umkehrpunkt der Versuchsfahrt. Infolge der Rangiertätigkeit und Fehlens der Kilometersteine mufste die Messung im Bahnhofgebiet unterbleiben. Bei allen Versuchsfahrten wurde, so gut es ging, eine mittlere Geschwindigkeit von 25 km/h innegehalten und bei der Füllung darauf geachtet, dafs zu Beginn der Fahrt immer der gleiche Wasserstand vorhanden war.

Die Versuchsfahrten 1, 2 und 3 wurden mit der Drosselregelung ausgeführt, d. h. die Steuerung wurde ganz ausgelegt (80% Füllung); die andere Möglichkeit der Fahrweise mit Füllungsregelung soll zunächst nicht behandelt werden. Fahrt 1 war eine Leerfahrt (32 t Lokomotivgewicht), Fahrt 2 mit 60 t und Fahrt 3 mit 130 t Schlepplast. Obwohl der Anfangszustand bei allen drei Fahrten ungefähr der gleiche war, ist trotz der verschiedenen Belastung der Druckabfall und damit der erforderliche Dampfverbrauch in allen drei Fällen so gut wie gleich. Die Rechnung für die Leerfahrt ergab eine Strecke von 32 km, während die Lokomotive in Wirklichkeit nur 14 km, also noch nicht einmal die Hälfte zurückgelegt hat. Zwar ist die Versuchsstrecke nicht vollkommen eben und kurvenfrei, aber man mufste ungewöhnlich hohe Werte in die Gleichung 1 einsetzen, um statt 32 km nur 14 km zu errechnen. Die Lastfahrt mit 130 t ergibt ebenfalls rund 14 km Fahrt, während nur 11 km errechnet wurde, und man mufste geringere und ungebräuchliche Widerstandswerte in die Gleichung 1 einsetzen, um das Versuchsergebnis zu erhalten. Da somit das falsche Rechnungsergebnis allem Anschein nach nicht durch unrichtige Wahl der Widerstandswerte hervorgerufen ist, so bleibt nur noch eine Möglichkeit, dafs die für alle Fälle unveränderlich angenommene spezifische Dampfverbrauchszahl von 27 kg/PS_e-Std. fehlerhaft und bei Leerfahrt der spezifische Dampfverbrauch wesentlich höher, bei der Lastfahrt von 130 t dagegen etwas geringer als 27 kg/PS_e-Std. ist.

Wie die nachfolgenden Betrachtungen zeigen werden, ist der spezifische Dampfverbrauch bei feuerlosen Lokomotiven keineswegs eine gleichbleibende Gröfse, sondern mit der Belastung sehr stark veränderlich und es ist daher die bisherige Berechnungsweise falsch.

Zwischen einer gefeuerten und feuerlosen Lokomotive besteht ja der Unterschied, dafs bei letzterer der Dampfdruck immer mehr sinkt. Um nun bei der feuerlosen Lokomotive noch die erforderliche Zugkraft zu erzeugen, wenn der Kesseldruck stark gesunken ist, hat man Zylinder mit grofsen Durchmessern anordnen müssen. Um bei der Versuchslokomotive für die Leerfahrt eine Zugkraft von 270 kg zu erzeugen, ist bei den vorhandenen Triebwerksabmessungen $\left(\frac{500 . 400}{1000}\right)$ ein mittlerer Kolbendruck p_m von nur 0,27 atü und für die Lastfahrt mit 130 t ein p_m von 0,79 atü erforderlich. Diese aufserordentlich geringen mittleren Zylinderdrücke haben einen recht unerwünschten Einflufs auf den spezifischen Dampfverbrauch und sind bis jetzt noch nicht gebührend berücksichtigt worden.

Wird die Steuerung voll ausgelegt, so kommt dieses einer 100 v. H. Zylinderfüllung nahezu gleich. Für eine 100 v. H. Füllung kann auf rein rechnerischem Wege in sehr einfacher Weise der spezifische Dampfverbrauch bestimmt werden. Es sei ein reibungsfreier Zylinder mit einer Kolbenfläche von 100 cm^2 angenommen, dessen Hub beliebig vergröfsert werden kann. Der Kolben befindet sich zunächst im Totpunkt. Läfst man nun in diesen Zylinder gerade 1 kg Dampf von z. B. 8 atü hinein, wobei keine Abkühlungsverluste und dergleichen eintreten sollen, so wird der Kolben einen bestimmten Weg zurücklegen müssen. Da 1 kg Dampf nach den Dampftabellen bei 8 atü einen Raum von 0,212 m^3 einnimmt und die Kolbenfläche zu 100 cm^2 gewählt war, so mufs sich der Kolben 21,2 m vom Totpunkt entfernen, wenn in dem Zylinder 1 kg Dampf unter 8 atü enthalten sein soll. Während dieser Kolbenbewegung wird eine Arbeit von $8 . 100 . 21{,}2 = 16900$ mkg geleistet. Stellt man diese Rechnung für verschiedene Dampfspannungen an, so zeigt sich, dafs das Arbeitsvermögen von 1 kg Dampf mit sinkendem Druck immer mehr abnimmt. Drosselt man den Dampf vor Eintritt in den Zylinder auf Atmosphärendruck, so wird das Arbeitsvermögen natürlich 0, da ja zwar ein sehr grofses Dampfvolumen vorhanden, aber die Kolbenkraft 0 ist. Abb. 3, Taf. 42 zeigt die Abnahme des Arbeitsvermögens von 1 kg Dampf mit sinkendem Druck.

Da 1 PS-Std. mit 270000 mkg gleichbedeutend ist, so kann auf Grund des gefundenen Arbeitsvermögens der spezifische Dampfverbrauch bei den verschiedenen Zylinderspannungen ausgerechnet werden (siehe Abb. 3, Taf. 42). Demnach schwankt der spezifische Dampfverbrauch bei einer ganz geringen Spannungsänderung im unteren Druckbereich aufserordentlich stark.

Wenn die nach Gleichung 1 durchgeführte Rechnung die Versuchsergebnisse wiedergeben soll, also statt 32 km für Leerfahrt nur 14 km, und statt 11 km für die Lastfahrt mit 130 t auch nur 14 km, so mufste unter Beibehaltung der angenommenen Widerstandswerte für die Leerfahrt ein spezifischer Dampfverbrauch von 63 und für die Lastfahrt ein solcher von 21 kg/PS_e-Std. eingesetzt werden. Wie schon erwähnt, mufste für die Leerfahrt ein p_m von 0,27 und für die Lastfahrt ein p_m von 0,79 atü im Zylinder herrschen. Vergleicht man nun die auf Grund der Versuchsfahrten errechneten spezifischen Dampfverbrauchszahlen von 63 und 21 mit den in Abb. 3, Taf. 42 dargestellten Werten, so ist bei den in Frage kommenden Spannungen eine gute Übereinstimmung zu erkennen. Ganz genau können die Werte nicht gleich sein, da rein rechnerische Zahlen mit Versuchsergebnissen verglichen werden. Somit dürfte

Digitized by Google

klar erwiesen sein, dafs der spezifische Dampfverbrauch bei feuerlosen Lokomotiven keine gleichbleibende Gröfse ist.

Bisher war die Untersuchung für eine Fahrweise mit ausgelegter Steuerung, also mit Drosselreglung, durchgeführt. Die wirtschaftlichere Fahrweise ist natürlich die Fahrt mit Füllungsreglung, bei der immer durch ganzes Öffnen des Reglers der volle Kesseldruck in den Schieberkasten gelangt und der erforderliche mittlere Druck durch verschiedene Füllungseinstellungen geregelt wird. In Abb. 2, Taf. 42 gibt Kurve 4 den Druckabfall einer Leerfahrt der Versuchslokomotive mit Füllungsreglung wieder, die im Vergleich zu Kurve 1 — Leerfahrt mit Drosselreglung — flacher verläuft, d. h. also weniger Dampf für die gleiche Strecke benötigt hat. Berücksichtigt man die etwas niedrigere Anfangsspannung der Kurve 1 und den Druckabfall auf der ersten Station durch Aufenthalt, so ist am Ende der Fahrt mit Füllungsreglung im Kessel ein nur um 1 at höherer Druck gegenüber der Fahrt mit Drosselreglung vorhanden; der Vorteil der Fahrweise mit Füllungsreglung ist demnach nicht sehr erheblich. Für die feuerlose Lokomotive ist die Steuerungsanordnung von der gefeuerten Lokomotive ungeändert übernommen, die für einen gleichbleibenden Schieberkastendruck von 12 bis 14 atü berechnet ist, und den ständig sinkenden Dampfdruck nicht berücksichtigt. Da bei den grofsen Zylindern mittlere Drücke von 0,3 bis 0,8 atü genügen, die erforderlichen Zugkräfte zu er-

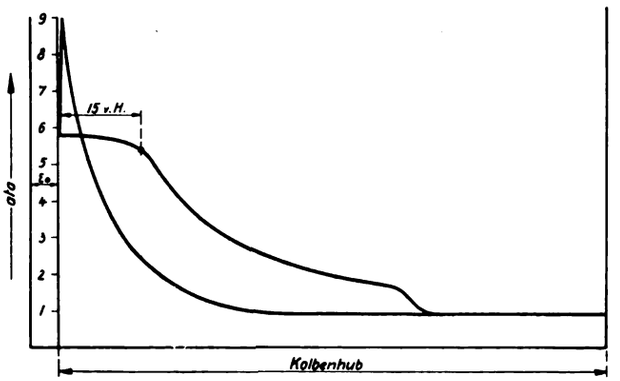


Abb. 1.

zeugen, so kommt bei 5,5 atü Schieberkastendruck eine Füllung von 15 v. H. in Frage (siehe Textabb. 1). Bekanntlich ist bei solchen geringen Füllungen die Vorausströmung sehr grofs (37 v. H. vor dem Totpunkte) und der Verdichtungsbeginn sehr früh (auch etwa 37 v. H. vor dem Totpunkt). Wie Textabb. 1 erkennen läfst, ist das Dampfdiagramm nicht als wirtschaftlich zu bezeichnen. Auch bei Füllungseinstellungen von 20 v. H. und 30 v. H. ist infolge des entsprechend niedrigeren Schieberkastendruckes Schleifenbildung durch zu hohen Verdichtungsdruck vorhanden, was sich während der Fahrt durch ständiges Schwanken des Schieberkastenmanometers bemerkbar macht. Somit ist es erklärlich, dafs eine Fahrt mit Füllungsreglung keine so grofsen Vorteile bezüglich des Dampfverbrauches gegenüber der Fahrt mit Drosselreglung aufweist. Im praktischen Betriebe wird meistens mit Drosselreglung gefahren, da die feuerlose Lokomotive fast ausschliefslich Verschiebedienste vornehmen mufs. Zum Anfahren wird immer die grofse Füllung gebraucht. Da die eigentliche Fahrtdauer beim Verschieben nur sehr kurz ist, lohnt es sich nicht, die Steuerung umzulegen. Aufserdem tut der Führer es praktisch nicht, weil er beim Verschiebedienst die Strecke gut beobachten mufs, und er durch das Umlegen abgelenkt würde. Somit dürfte in den meisten Fällen die teuere Kulissensteuerung überflüssig sein.

Die obigen Ausführungen haben gezeigt, dafs die bisherige Berechnungsart des Arbeitsvermögens feuerloser Lokomotiven unrichtig ist, weil sie besondere Eigenarten der Lokomotive nicht berücksichtigt. Der spezifische Dampfverbrauch ist keine gleichbleibende Gröfse, sondern schwankt aufserordentlich stark mit dem mittleren Zylinderdruck, d. h. mit der Belastung. Es drängt sich hier nur die Frage auf, warum man mit der bisherigen Berechnungsart immer durchgekommen ist und sich der Fehler praktisch nicht schon unangenehm bemerkbar gemacht hat. Dieses wäre längst eingetreten, wenn eine feuerlose Lokomotive an jemanden verkauft wäre, der mit ihr ohne Schlepplast eine weite Strecke, z. B. 30 km, hätte fahren wollen. Da aber jede Lokomotive für die verlangte gröfste Schlepplast berechnet wird, und dabei vorsichtshalber immer sehr hohe Widerstandswerte eingesetzt werden, so ist für die angenommene, rechnerisch sich ergebende gröfste Zugkraft die spezifische Dampfverbrauchszahl zu hoch eingesetzt (sie ist nicht 27, sondern nur 20 kg/PS-Std.). Dafür werden aber nach den Formeln, nach denen die Lokomotivfabriken die im Kessel erzeugten Dampfmengen ausrechnen, zu hohe Gesamtdampfmengen in die Berechnungsgleichung 1 des Arbeitsvermögens eingesetzt. Diese beiden Fehler heben sich nun gröfstenteils gegenseitig auf, so dafs das Rechnungsergebnis mit der Wirklichkeit immer ganz gut übereingestimmt hat.

Um nun den in Abhängigkeit von der Belastung stark schwankenden spezifischen Dampfverbrauch in der Berechnung zu berücksichtigen, schlägt der Verfasser eine andere, sich nur auf Versuchsergebnisse stützende Berechnungsweise vor; und zwar soll der Dampfverbrauch zugrunde gelegt werden, den eine Lokomotive bei den verschiedenen Belastungen und Steigungen braucht, um 1 km zurückzulegen. Aus den Versuchsfahrten ist der Druckabfall bei 1 km zurückgelegter Strecke bekannt. Da der anfängliche Kesselwasserinhalt ebenfalls bekannt ist, so kann aus diesen Angaben die erzeugte bzw. verbrauchte Dampfmenge berechnet werden. Für die Versuchslokomotive ergeben sich folgende Zahlen für Drosselreglung:

Dampfverbrauch für 1 km Fahrt bei Drosselreglung:

Steigung	1 : ∞ gerade Strecke	1 : 200 gerade Strecke
Leerfahrt	60 kg	80 kg
mit 60 t Schlepplast	62 „	84 „
mit 150 t Schlepplast	66 „	92 „

Man ersieht, wie aufserordentlich gering die Erhöhung des Dampfverbrauches bei zunehmender Belastung ist. Es braucht infolge der grofsen Zylinderabmessungen der mittlere Dampfdruck nur um wenige Zehntel at zu steigen, um die gröfseren Zugkräfte aufzubringen. Dieser geringe Druckunterschied hat natürlich auch nur eine geringe Erhöhung des Fülldampfgewichtes bzw. des Dampfverbrauches zur Folge. Da der Kesseldruck bei Drosselreglung auf 0,5 bis 1,0 atü abgedrosselt wird, so sind die oben angegebenen Dampfverbrauchszahlen für 1 km Fahrt unabhängig vom Kesseldruck, also für alle Kesselspannungen gültig. Die Dampfverbrauchsangabe für 1 km Fahrt in Abhängigkeit von der Schlepplast und Steigung ist eine einfache und richtige Berechnungsart des Arbeitsvermögens feuerloser Lokomotiven. Aus der Länge der verlangten Strecke, den Steigungsverhältnissen und Schlepplast kann man sofort nach den Dampfverbrauchszahlen den Gesamtdampfverbrauch bestimmen und danach die erforderliche Kesselgröfse bei dem gegebenen Anfangsdruck festlegen. Für Kurven kommt ein geringer Zuschlag von 1 bis 3 kg je 1 km Fahrt hinzu. Die wenigen unternommenen Versuchsfahrten genügen natürlich nicht, einwandfreie Zahlenangaben über den Dampfverbrauch bezogen auf 1 km Fahrt zu geben. Wenn die vorgeschlagene Berechnungsart allgemeine Gültigkeit bekommen soll, müfsten noch eine Reihe von Fahrten, insbesondere mit verschiedenen Bauarten

Digitized by Google

unternommen werden. Verfasser hat sich aber gar nicht bemüht, die Versuchsfahrten zu erweitern, da nach seiner Ansicht die jetzige Bauweise unzweckmäfsig ist und durch Änderung der Triebwerksanordnung eine wesentliche Verbesserung im Dampfverbrauch erzielt werden kann.

Die obigen Ausführungen haben gezeigt, dafs infolge der grofsen Triebwerksabmessungen und der dadurch bedingten starken Drosslung des Dampfes die Dampfenergie zum gröfsten Teil vernichtet wird. Bei Leerfahrt ist ein spezifischer Dampfverbrauch von über 60 kg/PS_e-Std. vorhanden; mit zunehmender Belastung verbessert er sich, da der Dampf immer weniger gedrosselt wird, bleibt aber trotzdem noch über 20 kg/PS_e-Std. Zu dieser höchst unwirtschaftlichen Dampfausnutzung der jetzigen Bauweise feuerloser Lokomotiven kommen noch zwei unerwünschte Eigenschaften hinzu:

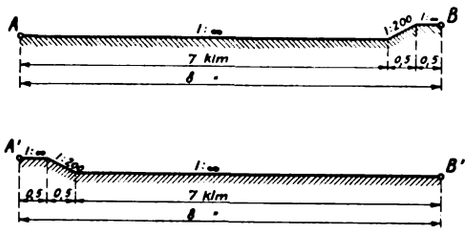


Abb. 2.

Einmal ist es der feuerlosen Lokomotive jetziger Bauart nicht möglich, am Ende einer Fahrt, d. h. bei gesunkenem Kesseldruck, eine starke Steigung zu überwinden. Am besten geht dies aus einem Beispiel hervor. Wie Textabb. 2 zeigt, liegen die Punkte A—B bzw. A'—B' 8 km voneinander entfernt. Es soll eine Schlepplast von 200 t von A nach B und wieder zurück nach A bzw. A'—B'—A' befördert werden. Die feuerlose Lokomotive kann nur in A bzw. A' gefüllt werden, und der zur Verfügung stehende Dampfdruck der ortsfesten Kesselanlage ist 11 atü.

In beiden Fällen beträgt die ebene Strecke für Hin- und Rückfahrt 15 km; die Steigungsstrecke 0,5 km. Nach den Versuchsergebnissen ist der Dampfverbrauch für 1 km ebene gerade Strecke bei 200 t schätzungsweise 70 kg, für 1 km Steigungsstrecke mit 200 t 100 kg. Die 0,5 km lange Gefällsfahrt soll ohne Dampf zurückgelegt werden. Eine Fahrt A—B—A bzw A'—B'—A' würde demnach eine Dampfmenge brauchen von:

$$\begin{aligned} 15 \,.\, 70 \text{ kg} &= 1{,}050 \text{ kg} \\ 0{,}5 \,.\, 100 \text{ »} &= 50 \text{ »} \\ \hline & 1{,}100 \text{ kg Dampf.} \end{aligned}$$

Wird die Fahrt mit der Versuchslokomotive unternommen, die einen anfänglichen Kesselwasserinhalt von 12 m^3 aufweist, so mufs jedes anfängliche 1 m^3 Kesselwasser 1100 : 12 = 92 kg Dampf erzeugen. Nach Abb. 1, Taf. 42 wird diese Dampfmenge bei einer Drucksenkung von 11 auf 2 atü entwickelt. Hieraus ergibt sich, dafs der Kessel der Versuchslokomotive imstande ist, die erforderliche Dampfmenge für die Fahrt herzugeben und in beiden Fällen das Programm zu erfüllen. Tatsächlich kann die Lokomotive aber das Arbeitsprogramm nur für die Strecke A—B—A durchführen. Bei den angenommenen Verhältnissen ist während der Steigungsfahrt eine Zugkraft von 2240 kg unter Zugrundelegung von 8 kg/t Lokomotiv- und 4 kg/t Wagenwiderstand erforderlich. Die Versuchslokomotive kann diese Zugkraft bei einem mittleren Kolbendruck von 2,24 atü, also einem Kesseldruck von mindestens 3 atü aufbringen. Da aber der Kesseldruck kurz vor dem Ende der Fahrt nur noch etwa 2,3 atü beträgt, so kann die Lokomotive die Steigung in dem Streckenprofil A'—B'—A' nicht mehr überwinden und ist daher für diese Strecke nicht zu verwenden. Obwohl die Dampfmenge auch für die Strecke A'—B'—A' der Menge nach ausreicht, ist man wegen der ungünstig gelegenen Steigung gezwungen, einen gröfseren Kessel anzuordnen, was aber meistens an der Kosten-, Profil- oder Gewichtsfrage scheitert. Leider sind derartige Steigungen im Anwendungsgebiet der feuerlosen Lokomotive häufig vorhanden. Ist kein gröfserer Kessel unterzubringen, so ist man leicht geneigt, einen noch gröfseren Zylinderdurchmesser anzuordnen, so dafs infolge der gröfseren Kolbenfläche die Zugkraft bei dem niedrigen Druck noch aufgebracht werden kann. Aber durch eine solche Mafsnahme wird der spezifische Dampfverbrauch noch mehr verschlechtert.

Eine weitere unangenehme Schwierigkeit im Betriebe feuerloser Lokomotiven jetziger Bauart ist das Anfahren bei stark gesunkenem Druck. Wie bekannt, gibt es bei den üblichen Triebwerksanordnnngen sehr ungünstige Kurbelstellungen für das Anfahren. Es kann ja der Fall eintreten, dafs nur ein Zylinder beim Öffnen des Reglers trotz ausgelegter Steuerung Frischdampf bekommt, so dafs die treibende Umfangskraft am Treibrade verhältnismäfsig klein wird. Nach Beobachtungen des Verfassers ist für ein sicheres Anfahren ein Kesseldruck von mindestens 2,5 atü erforderlich, zumal man praktisch mit etwas undichten Zylinderablafshähnen rechnen mufs. Aus diesem Grunde richten es die Führer meist so ein, dafs die Lokomotive noch 3 atü Kesseldruck besitzt, wenn sie zur Füllstelle fährt. Es wird nun gerade im unteren Druckgebiet viel mehr Dampf erzeugt als im oberen. Bei einer Drucksenkung von z. B. 12 auf 11 atü werden 8 kg Dampf, dagegen bei einer Drucksenkung von 3 auf 2 atü 17 kg Dampf erzeugt. Deshalb ist es gerade erwünscht, den unteren Druckbereich auch für die Fahrt nutzbar zu machen.

Es gibt verschiedene Wege, diese Schwierigkeiten zu beseitigen. Durch einen kleinen Hilfskessel, der mit Heifswasser, Prefsluft oder dergl. gefüllt ist, lassen sich die Anfahrschwierigkeiten bei gesunkenem Kesseldruck überwinden. Durch eine besondere Rohrleitung steht der Hilfskessel mit dem Schieberkasten in Verbindung. Reicht der Dampfdruck des Hauptkessels nicht mehr aus, so wird durch Öffnen eines besonderen Ventils soviel hochgespannter Dampf oder Prefsluft aus dem Hilfskessel entnommen, dafs die Lokomotive sich bewegt. Sodann wird das Hilfskesselventil wieder geschlossen und durch Öffnen des Reglers mit dem Hauptkesseldampf weitergefahren*).

Ordnet man statt eines grofsen Kessels zwei kleinere an, so ist es einer solchen Lokomotive möglich, das Arbeitsprogramm auf der Strecke A'—B'—A' zu erfüllen. Zunächst wird nur mit dem einen Kessel gefahren, während der andere seinen hohen Kesseldruck behält. Ist am Ende der Fahrt die Steigung erreicht, so kann durch den hohen Druck des zweiten Kessels die für die Steigung erforderliche Zugkraft aufgebracht werden.

Durch solche Anordnungsweisen gelingt es, die oben geschilderten Schwierigkeiten zu überwinden, aber sie verbessern in keiner Weise die schlechte Dampfausnutzung in der feuerlosen Lokomotive. Ist es nun möglich, durch irgendeine Änderung der Bauweise eine wesentliche Verbesserung in der Dampfausnutzung zu erreichen? Die Abmessungen der jetzigen Triebwerksanordnung sind derart, dafs für den gewöhnlichen Betrieb ein p_m von nur 0,3 bis 1,0 atü im Zylinder vorhanden zu sein braucht. Die spezifische Dampfverbrauchskurve in Abb. 3, Taf. 42 zeigt anschaulich, dafs man sich bei diesen Spannungen gerade in dem äufserst ungünstigen Ast der Kurve befindet, und man mufs zur Vermeidung des schlechten spezifischen Dampfverbrauches den mittleren Druck im Zylinder auf 2 bis 3 atü erhöhen. Dies läfst sich sofort durch entsprechende Verkleinerung der Zylinderabmessungen erreichen, wird aber von anderen Mafsnahmen abgesehen, so hat dies die unangenehme Folge, dafs der Kesseldruck nicht mehr soweit ausgenutzt und der Kessel bei einem Druck von 5 bis 6 atü schon wieder gefüllt werden mufs. Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen,

*) Nähere Angaben siehe Hanomag-Nachrichten 1924 Heft 131.

Digitized by Google

gibt es mehrere Möglichkeiten. Wie Textabb. 3 zeigt, wird vor die vorhandenen Zylinder in Tandemform ein Zylinderpaar mit kleineren Durchmessern angeordnet. Bei hohem Kesseldruck wird der Dampf ungedrosselt in die kleinen Zylinder geleitet, während die grofsen Zylinder leer mitlaufen. Reicht die Kolbenfläche der kleinen Zylinder nicht mehr aus, so wird den grofsen Zylindern Dampf zugeführt und die kleinen laufen leer mit, bei noch niedrigerem Druck bekommen alle Zylinder Dampf.

Eine solche Bauweise hat den Vorteil, dafs sie die altbewährte Triebwerksanordnung beibehält, aber den Nachteil, dafs sie gegenüber der alten Anordnung teuerer wird.

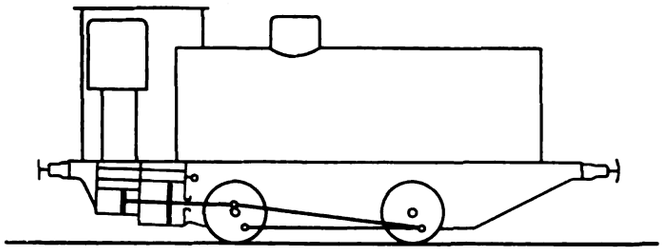


Abb. 3.

Die in Textabb. 4 dargestellte Anordnung wendet eine kleine schnellaufende Dampfmaschine mit in Tandemanordnung vorgebauten Zusatzzylindern an, die mittels einer Kettenübertragung die Kraft auf die Treibachse überträgt. Die Arbeitsweise ist dieselbe wie die nach Textabb. 3 und hat gegenüber der ersten Anordnung den Vorteil, infolge der viel kleineren

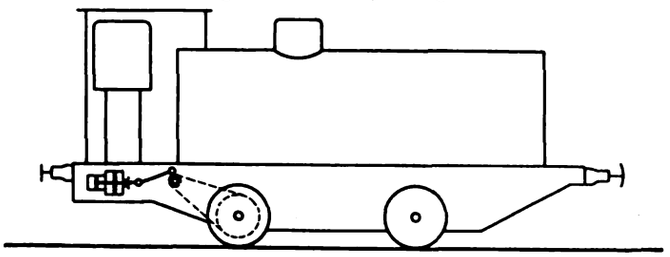


Abb. 4.

Abmessungen der Dampfmaschine billiger in der Anschaffung zu sein. Aufserdem sind durch die Übersetzung zwischen Dampfmaschine und Treibachse die Schwankungen der Zugkräfte wesentlich geringer. Beide Anordnungen werden jedoch konstruktiv und betrieblich einige Schwierigkeiten bereiten und es soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden, ob die Anordnungen praktisch verwendbar sind oder nicht. Jedenfalls ist die Zuschaltung von Zylindern, ob in Tandemanordnung oder in anderer Weise, ein Weg, den im Kessel der feuerlosen Lokomotive unter ständig sinkendem Druckverhältnis erzeugten Dampf wirtschaftlicher auszunutzen, als bei der jetzigen Bauweise. Der anfängliche hohe Kesseldruck kann bei einem hohen p_m wirtschaftlich verarbeitet werden, und die Vergröfserung der Kolbenfläche durch Zuschalten von Zylindern gibt die Möglichkeit, auch bei niedrigem Kesseldruck die erforderliche Zugkraft noch aufzubringen.

Einen anderen Weg, der nach Ansicht des Verfassers der gangbarste ist, stellt die Anordnung nach Textabb. 5 und 6 dar. Statt bei sinkendem Druck die Kolbenfläche bzw. den Zylinderinhalt zu vergröfsern, wird durch Anordnung eines Getriebes das Übersetzungsverhältnis zwischen der kleinen, zweizylindrigen Dampfmaschine und dem Treibrade vergröfsert, womit dasselbe erreicht wird, wie durch die oben geschilderte Anordnungsweise. Die Fahrweise mit einer solchen Bauart würde etwa folgendermafsen sein: Der Führer kuppelt Gang vier ein, öffnet den Regler, legt die Steuerung so weit aus, dafs die Lokomotive anfährt und geht dann mit der Steuerung wieder zurück. Da die Abmessungen der Dampfmaschine sehr klein sind, ist die Bedienung der Steuerung ohne grofse Kraftanstrengung möglich. Wenn der Druck im Kessel soweit gesunken ist, dafs bei voll ausgelegter Steuerung die Lokomotive nicht mehr anfährt, so legt der Führer die Steuerung in Mittelstellung, kuppelt den nächst niedrigen Gang ein und wird dann mit Sicherheit anfahren und weiterfahren können.

Eine derartige Anordnung weicht allerdings vollkommen von der bis jetzt bewährten Triebwerksanordnung ab; sie verwendet Kupplungen, Getriebe und Kettenantrieb, Bauelemente, die man im Lokomotivbau bislang vermieden hatte. Seit vielen

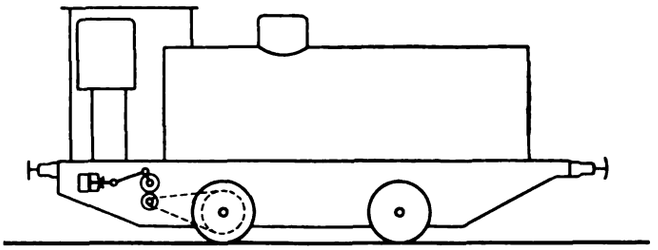


Abb. 5.

Jahren laufen aber tausende von Dampfkränen, die ebenfalls kleine, schnellaufende Dampfmaschinen, Zahnradübersetzungen und Kupplungen verwenden und sich im Betriebe ausgezeichnet bewährt haben, so dafs bei den verhältnismäfsig geringen Zugkräften bei feuerlosen Lokomotiven die neuen Bauelemente ohne weiteres den Anforderungen genügen werden.

Welche Verbesserung des Dampfverbrauches ist nun bei einer derartigen Anordnung zu erwarten? In dem Druckbereich von über 10 atü wird bei der mit etwa 100 bis 150 Umdrehungen/Min. laufenden Dampfmaschine ein spezifischer Dampfverbrauch von 10 kg/PS-Std., bei 5 atü ein solcher von 15 kg zu erreichen sein. Bei den niedrigen Spannungen wird er dann auf 20 kg steigen. Kesselspannungen unter 2,5 atü, die bei der jetzigen Triebwerksanordnung wegen der Anfahrschwierigkeiten nicht mehr ausgenutzt werden, können durch Einschalten des ersten Ganges die Lokomotive ohne weiteres noch fortbewegen. Wie die früheren Ausführungen gezeigt haben, schwankt der spezifische Dampfverbrauch der jetzigen Bauweise zwischen 30 und 60 kg/PS-Std., während er bei der vorgeschlagenen Anordnung 10 bis 20 kg/PS-Std. beträgt. Somit ist es nicht übertrieben zu behaupten, dafs die neue Bauweise eine Ersparnis der Dampfausnutzung von 50 v. H. aufweisen wird.

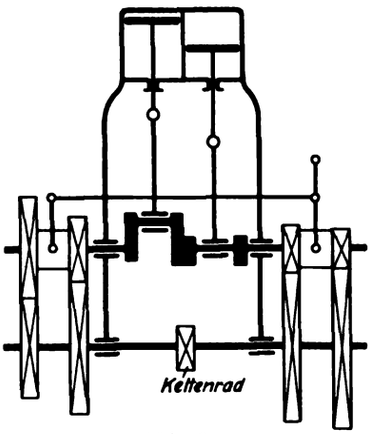


Abb. 6.

Würde man z. B. die in den Demag-Dampfkränen bewährte kleine Dampfmaschine mit 160 mm Zylinderdurchmesser und 180 mm Hub in eine feuerlose Lokomotive als Antriebsmaschine einbauen, so ist ein Zylinderraumverhältnis zwischen der kleinen Dampfmaschine und den Zylindern einer jetzigen mittleren Bauart von 1 : 16 vorhanden. Wenn also bei der neuen Anordnung ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 16 besteht, so kann die kleine Dampfmaschine, abgesehen von den veränderten Reibungsverhältnissen dieselbe Zugkraft bei einem bestimmten Dampfdruck erzeugen wie die jetzige Bauart.

Digitized by Google

Wählt man für die Anordnung nach Textabb. 5 und 6 eine feste Kettenradübersetzung von 1 : 5 und im Getriebe die Gänge 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3 und 1 : 4, so ist je nach Einschalten der Gänge ein gesamtes Übersetzungsverhältnis von 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15 und 1 : 20 vorhanden. Mit dem letzten Gang besteht die Möglichkeit noch bei stark gesunkenem Druck zu fahren. Die erzielbaren Geschwindigkeiten liegen im Bereiche von 10 km/Std., eine Geschwindigkeit, die im Verschiebedienst vollauf genügt.

Zum Schlufs der Ausführungen soll noch kurz auf die Verwendung von Hochdruckdampf bei feuerlosen Lokomotiven eingegangen werden. Je gröfser der Druck ist, unter dem das Wasser steht, desto mehr Wärme kann im Wasser gespeichert werden; Textabb. 7 gibt hierüber eine Übersicht; man erkennt, dafs der Wärmeinhalt von 1 kg Wasser mit steigendem Druck nennenswert, dagegen der Wärmeinhalt bezogen auf ein Liter Wasser nur unwesentlich zunimmt, da sich das Wasser mit steigender Temperatur ausdehnt. Für die Beurteilung der Speicherfähigkeit eines Kessels ist immer der Wärmeinhalt bezogen auf das Raummafs mafsgebend. Diese erwünschte gröfsere Wärmespeicherung hat aber einmal eine unerwünschte Temperaturzunahme im Kessel zur Folge, so dafs der Abkühlungsverlust gröfser wird. Ferner mufs die Kesselwand verstärkt, bzw. mehrere kleine Kessel angeordnet werden, Mafsnahmen, die die Lokomotive verteuern. Wie schon früher erwähnt, wird in dem oberen Druckbereich bei einer bestimmten Drucksenkung viel weniger Dampf erzeugt als in dem unteren Druckbereich. Dampf von hoher Spannung hat gegenüber niedergespannten Dampf allerdings den Vorteil, dafs in ihm ein viel gröfseres Arbeitsvermögen steckt. Die bisher übliche Bauart feuerloser Lokomotiven ist aber nach den früheren Ausführungen gar nicht in der Lage, diesen hochgespannten Dampf günstig auszunutzen, sondern vernichtet die Energie durch Drofslung. Es würde demnach eine Erhöhung des Kesseldrucks bei der üblichen Bauart nicht viel Gewinn

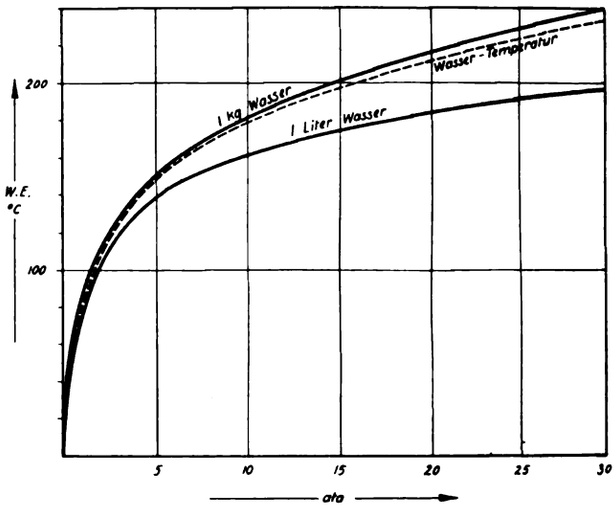


Abb. 7.

bringen, zumal ein Teil der Wärme durch den gröfseren Abkühlungsverlust bei den hohen Spannungen verloren geht. Die vorgeschlagenen Bauweisen ermöglichen dagegen eine wirtschaftlichere Ausnutzung der höheren Dampfspannungen. Auf Grund der Wärmeinhaltskurve bezogen auf ein Liter Wasser (Textabb. 7) werden höhere Drücke als 20 atü für feuerlose Lokomotiven kaum in Frage kommen.

Persönliches.

Oberinspektor Friedrich Kramer

von der Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen, der seit 1907 Mitglied des Beirates dieser Zeitschrift war, ist am 1. Juli 1926 in den Ruhestand getreten.

Er wurde am 19. Oktober 1866 in Ungarn, Komitat Nyistra, in der Grofsgemeinde Vág-Ujhely geboren, besuchte in Paris die technische Hochschule und legte dort sein Examen als Diplom-Ingenieur ab. Nachdem er zunächst in Südspanien bei einem Eisenbahnbau tätig war, ging er 1891 in seine Heimat zurück und trat in den Dienst der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahn ein. Hier arbeitete er hauptsächlich in der Bauabteilung der Direktion, wo er 1917 Abteilungsvorstand wurde. Sein Sprachtalent befähigte ihn, ungarisch, deutsch, französisch und spanisch zu sprechen und zu schreiben. Sein Fachwissen und seine scharfe Auffassungsgabe waren allgemein anerkannt. Besondere Verdienste hat er sich um den Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen erworben, an dessen Arbeiten im Technischen Ausschufs er seit 1906 regelmäfsig teilnahm. Die geschäftlichen Angelegenheiten des Technischen Ausschusses erledigte er seit 1909 in anerkannt bester Weise. Die Geschäftsordnung des Ausschusses hat er stetig weiterentwickelt und es ist sein Verdienst, dafs jetzt dem Technischen Ausschufs des Vereins ständige Fachausschüsse zur Seite stehen, so dafs die Arbeiten rasch und zielbewufst erledigt werden können. Ein grofser Kreis von Freunden, auch aufserhalb der ungarischen Staatsbahn, bedauert sein Ausscheiden aus dem Dienste und wünscht ihm im Ruhestand weiteres Wohlergeben. C.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

1 D 1 + 1 D 1 Garrat-Lokomotiven der Nitrate Railway in Chile*). Bearbeitet nach einem Bericht in The Railway Engineer, Juli 1926.

Für die 32 km lange, normalspurige und krümmungsreiche Steilstrecke zwischen Iquique, dem bedeutendsten Salpeterhafen der Welt und Carpas, hat die Nitrate Railway kürzlich drei Garratt-Lokomotiven mit Ölfeuerung in Dienst gestellt. Die Lokomotiven, die von Beyer, Peacock & Co. Manchester stammen, weisen recht bemerkenswerte Abmessungen auf (siehe Abb. 1 und 2). Die Strecke, auf der diese Maschinen laufen, hat Krümmungen bis zu 85,3 m Halbmesser (280 ft) bei Steigungen, die in den ersten 27,5 km zwischen 30, 33 und 39 ‰ liegen. Von km 27,8 bis km 29 verläuft die Strecke eben, von da an bis Carpas beträgt die Steigung durchschnittlich 35 ‰, ohne jedoch besonders starke Krümmungen aufzuweisen.

Das Leistungsprogramm sieht eine Zuglast von 360 t vor. Die Verwaltung der Nitrate Railway entschied sich für die Beschaffung von Garrat-Lokomotiven, bei denen der Krümmungsschmiegsamkeit halber, die Leistung der Maschine auf zwei Treibdrehgestelle verteilt ist. Auf sie stützt sich der Hauptrahmen mit dem Kessel derart, dafs der Dreh- und Auflagerpunkt nach der Mitte der Lokomotive zu liegt, so dafs Drehgestelle einseitig belastet werden. Durch diese einseitige Auflagerung soll erreicht werden, dafs die Drehgestelle weniger zum Schlingern neigen als dies z. B. bei den Lokomotiven der Bauart Kitson-Meyer der Fall ist, wo der Auflager- und Drehpunkt in der Mitte der Drehgestelle liegt. Um jedoch eine gleich-

*) Ähnliche Garrat-Lokomotiven, jedoch für 3½ Fufs Kap-Spur werden z. Z. für die südafrikanischen Eisenbahnen von der Lokomotivfabrik J. A. Maffei, München erbaut. Diese Maschinen, in der Achsanordnung 1 C 1 + 1 C 1 mit Barrenrahmen-Treibdrehgestellen besitzen mechanische Rostbeschickung und erhalten deshalb einen nach rückwärts hinter den Führerstand verlängerten Hauptrahmen, welcher den Kohlenvorrat trägt.

Digitized by Google

mäfsige Achsbelastung bei den Drehgestellen zu erreichen, wird der durch die Verlegung des Drehpunktes freiwerdende Raum dazu benutzt, die Vorräte, Wasser und Heizöl, unterzubringen. Diese Anordnung hat natürlich den Nachteil, dafs mit abnehmenden Vorräten die vorderen Achsen teilweise entlastet werden.

Länge der Feuerbüchse innen . . . . . 2770 mm
Breite der Feuerbüchse . . . . . 2310 „

Besonders aufmerksam zu machen ist dabei auf die aufserordentliche Kürze des Langkessels von nur 3,96 m, eine Eigentümlichkeit dieser Lokomotivbauart.

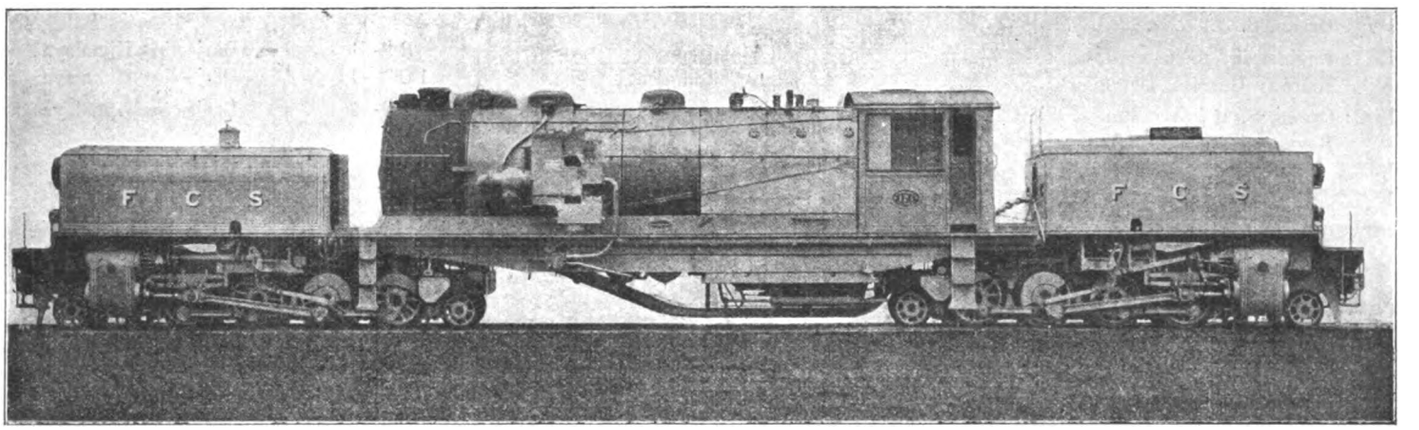


Abb. 1. 1 D 1 + 1 D 1 Garrat-Lokomotive.

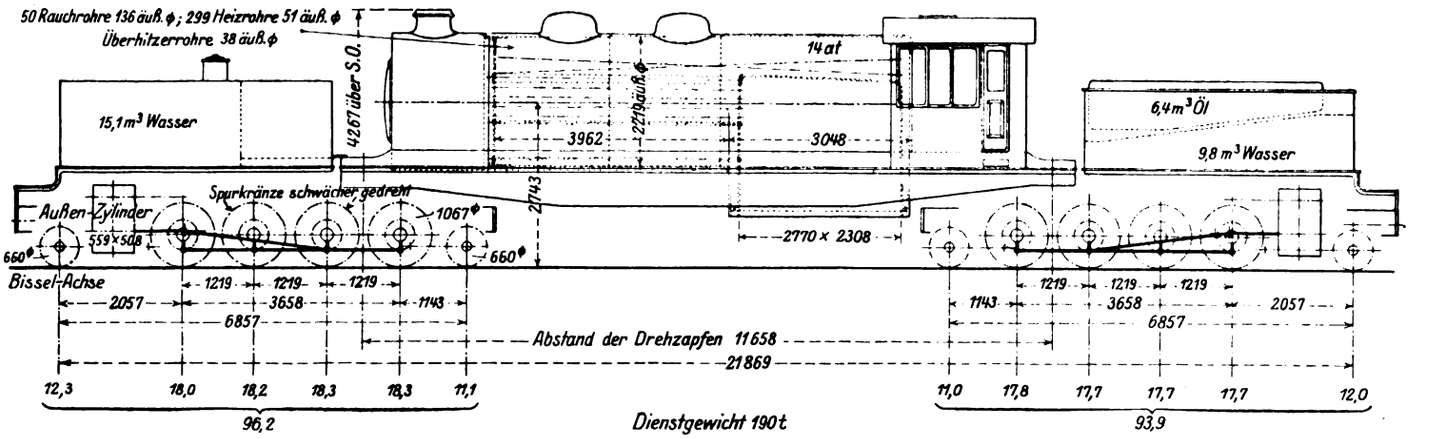


Abb. 2. Abmessungen der 1 D 1 + 1 D 1 Garrat-Lokomotive.

Zur Bewältigung der gestellten Anforderungen mufste die Lokomotive mit vier Treibachsen in jedem Drehgestell ausgerüstet werden; um jedoch den vorgeschriebenen Achsdruck von 18 t nicht zu überschreiten, wurden an jedem Drehgestell zwei Laufachsen, die als Radialachsen ausgebildet sind, ausgeführt. Um die scharfen Krümmungen möglichst zwanglos durchfahren zu können wurden die Spurkränze der dritten und vierten Achse schwächer gedreht.

Jedes Drehgestell besitzt zwei Zylinder mit Kolbenschiebern, Steuerung nach Heusinger-Walschaert. Die dritte Kuppelachse jedes Drehgestells ist Treibachse. Im übrigen weist die Lokomotive sehr viele Einzelheiten auf, die dem amerikanischen Lokomotivbau entstammen; so sind die Drehgestelle, zum ersten Male bei Garratt-Lokomotiven, mit Barrenrahmen ausgeführt, die doppelten Kreuzkopfbahnen liegen oberhalb der Kolbenstange; weiterhin besitzt der Kessel eine eiserne Feuerbüchse und eiserne Stehbolzen. Die Stehkesseldecke, die sich mit gleicher Rundung an den Langkessel anschliefst, ist durch bewegliche Stehbolzen mit der Feuerbüchse verbunden. Im Gegensatz zu den sonst üblichen Längsankern, ist die Feuerbüchs- und Rauchkammerrohrwand durch schräg liegende Anker versteift. Der Federausgleich an den beiden Drehgestellen ist auf zwei Gruppen verteilt: Laufachse mit den anschliessenden Kuppelachsen einerseits, dann Treibachse mit der folgenden Kuppel- und Laufachse andrerseits.

Der Kessel, der mit zu den gröfsten gehört, die je in England gebaut wurden, hat folgende Abmessungen:

Äufserer Kesseldurchmesser . . . . . 2220 mm
Länge des Kessels . . . . . 3960 „
Länge des Stehkessels aufsen . . . . . 3050 „

Der Kessel hat einen aus 50 Elementen bestehenden Überhitzer und einen Worthington-Speisewasservorwärmer mit einer stündlichen Leistung von 27 m³.

Der eine Dom enthält einen Speisewasserreiniger, der zweite Dom dient als Dampfsammler, von dem aus die Dampfleitungsrohre aufsen am Kessel zum Überhitzer führen.

Die Hauptabmessungen und Gewichte der Lokomotive sind folgende:

Zylinder	559 × 508	mm
Kuppelachsen, Durchmesser	1067	„
Laufachsen, Durchmesser	660	„
Fester Radstand } des Drehgestells . . .	3660	„
Gesamter Radstand } des Drehgestells . . .	6860	„
Gesamtachsstand der Maschine	21870	„
Kesseldruck	14	at
Heizflächen:		
Siederohre	285,2	m²
Feuerbüchse	25,64	„
Überhitzer	69,12	„
Heizflächen insgesamt	379,96	„
Rostfläche	6,39	„
Wassertank	24,99	t
Öltank	6406	l
Zugkraft bei 75 % Füllung	31366	kg
Dienstgewicht	190	t
Reibungsgewicht	143,7	t

Nachstehend sei noch eine kurze Übersicht über die bis jetzt erschienenen Veröffentlichungen über Garrat-Lokomotiven angefügt.

Digitized by Google

Erste Lokomotive gebaut 1909 von Beyer, Peacock, Manchester für die Tasmanische Bahn, B + B.

Zeitschrift	Verfasser, Titel, Bemerkungen	Achsanordnung	Bahn
1909: Engineering, S. 802	mit Abbildungen	B + B	Tasmanien
1909: Génie civile, S. 178			
1910: Organ, S. 330			
1911: Engineering, S. 240	mit Abbildungen	R + B	Darjeeling-Himalaya
Railway Gazette, Dezember	mit Abbildungen	1 C + C 1	Darjeeling-Himalaya
1912: Organ, S. 157	—	B + B	Darjeeling-Himalaya
Revue générale des chemins de fer November Dezember 1911			
Januar/Februar 1912	L. Wiener: Les chemins de fer du Brésil	—	—
Juni/Juli/August			
Januar 1923	mit Abbildungen	1 B + B 1	San Paulo By
		2 C + C 2	Co. Mogyana
1912: Revue générale des chemins de fer, S. 204	mit Abbildungen	1 C + C 1	Darjeeling-Himalaya
1913: Revue générale des chemins de fer, S. 302	Note sur les locomotives articulées	B + B	Tasmanien
		B + B	Darjeeling-Himalaya
		2 B 1 + 1 B 2	Tasmanien
		1 C 1 + 1 C 1	Tasmanien
		1 C + C 1	Australien
		2 C + C 2	Mogyana, Brasilien
1923: Revue générale des chemins de fer, S. 447	mit Skizze	1 C 1 + 1 C 1	New Cape Central By
Organ, S. 104	—	1 C + C 1	Australien
1924: Revue universelle des Transports, Heft 18, 19, 20 *)	L. Wiener: Les locomotives Garratt (Sehr ausführliche Abhandlung mit vielen Abbildungen, Skizzen, Maſsen und einer Konstruktionszeichnung)	—	—
1925: Organ, S. 514	mit Abbildungen	1 D + D 1	London North Eastern
The Locomotive, S. 104	—	1 D + D 1	Bengal Nagpur
S. 204	—	1 D + D 1	North Eastern
S. 271	—	1 C 1 + 1 C 1	North Western By of India
S. 337	—	1 C + C 1	London Midland
1926: The Locomotive, S. 172	—	1 D 1 + 1 D 1	Nitrate By
Railway Gazette, S. 685	—	1 D 1 + 1 D 1	Nitrate By

*) Beschrieben sind:

Achsanordnung	Bahn und Jahr		Spur	Achsanordnung	Bahn und Jahr		Spur
B + B	Tasmanien	1909	610 (2')	2 B 1 + 1 B 2	Tasmanien	1912	1067 (3' 6")
B + B	Darjeeling	1911	610 (2')	1 C + C 1	Australien	1911/13	1067
B + B	Mayumbe, Congo	1911	600	1 C + C 1	Südafrika	1920	1067
1 C + C 1	Südafrika	1920	610 (2')	1 C 1 + 1 C 1	Südafrika	1921	1067
B + B	Zaccar (Algerien)	1912	750	1 C 1 + 1 C 1	Tasmanien	1912	1067
C + C	Arakan Flotilla	1913	765	1 C 1 + 1 C 1	Trans Sambesi	1924	1067
C + C	Congo	1913	750	1 C 1 + 1 C 1	New Cape Central By	1923	1067
C + C	Congo	1919 bis 1924	750				
1 C + C 1	Catalonien	1922	1000	B + B	Hafod Copper Works	1923	1435
1 C + C 1	San Paulo	1913	1000	1 D + D 1	London & North Eastern	1924	1435
2 C + C 2	Mogyana	1912 bis 1914	1000	1 B + B 1	San Paulo	1915	1600
1 D + D 1	Birma	1923	1000	1 C 1 + 1 C 1	North-Western By of India	1923	1672

M. F.

Buchbesprechungen.

„Hütte“, des Ingenieurs Taschenbuch, 25. Auflage, 2. Band. Berlin 1926, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn. Preis in Leinen 14,70 RM. in Leder 17,70 RM.

Der 2. Band der Jubiläumsausgabe ist dem ersten in einem erfreulich kurzen Abstande gefolgt. Er enthält die Abschnitte Maschinenteile; Kraftmaschinen; Arbeitsmaschinen; Licht, Lampen und Beleuchtung; Elektrotechnik. Es ist selbstverständlich, daſs die Darstellungen bis zum neuesten Stande der Wissenschaft heraufgeführt sind und daſs man bei keiner Frage im Stiche gelassen wird. Dafür nur ein Beispiel statt vieler: Die Entwicklungsreihe Nieten — Schweiſsen — nahtlose Herstellung von Kesseln ist in vorbildlicher Kürze und überzeugender Klarheit dargestellt. Besonders angenehm berührt, beim Gebrauch des Buches, daſs der Band auch der Form nach ganz aus einem Gusse ist obwohl nicht weniger als 28 Bearbeiter am Werke waren. Kaum, daſs man jemals geringe Unterschiede in der Ausdrucksweise der verschiedenen Verfasser merkt. Diese wohlabgewogene Form zeugt rühmlich von der Einsicht der Verfasser und der glücklichen Hand der Leitung, beruht aber auch zum guten Teile als Erbgut auf den festbegründeten Überlieferungen der „Hütte“. Dem neuen Bande weitere Worte des Lobes oder der Empfehlung zu widmen, hieſse Eulen nach Athen tragen: es gibt in der ganzen technischen Weltliteratur nur eine Hütte. Dr. Bl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Digitized by Google

Zum Aufsatz: Die Berechnung feuerloser Lokomotiven.

Abb. 1. Dampfentwicklung aus 1 m³ Heißwasser.

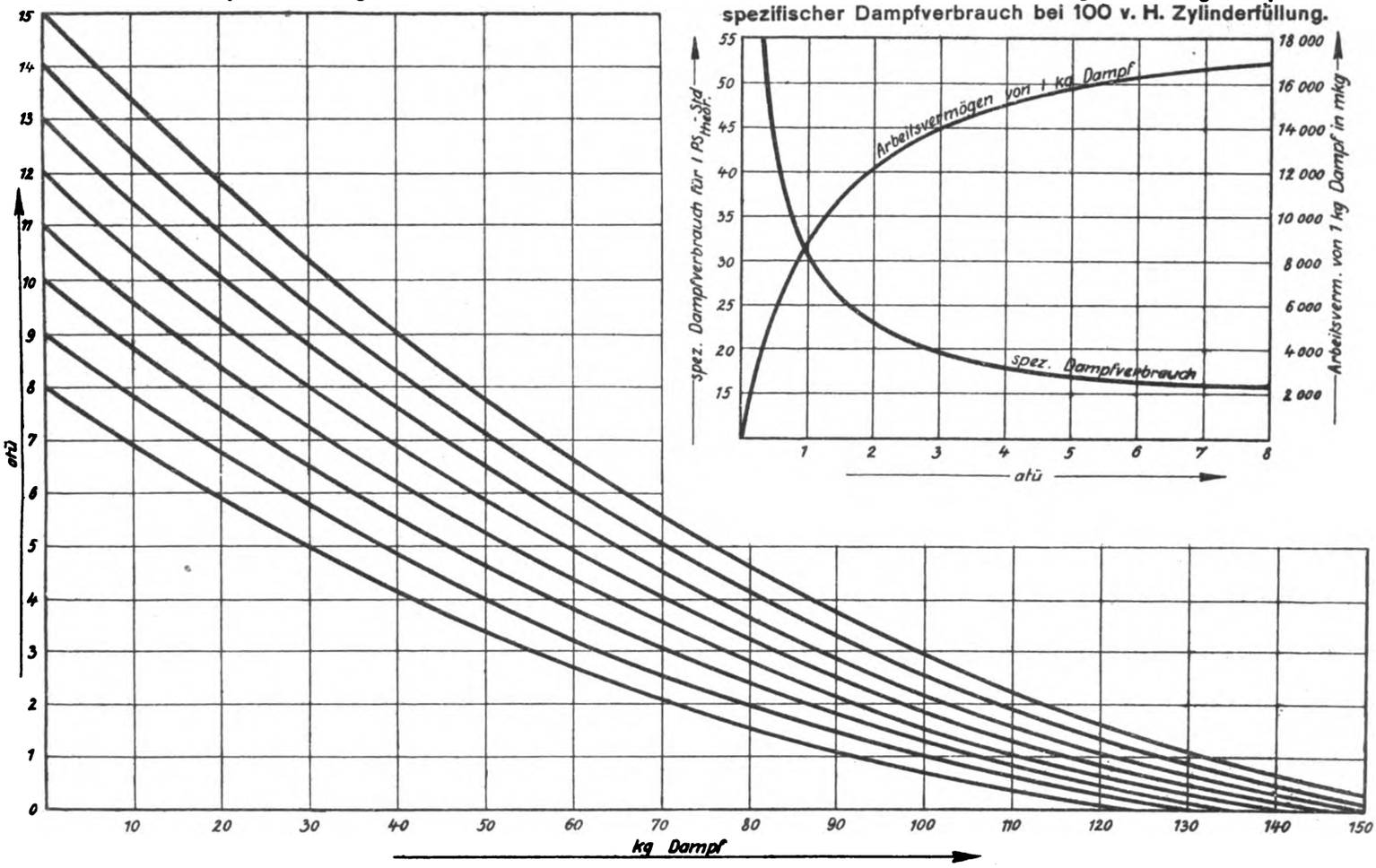
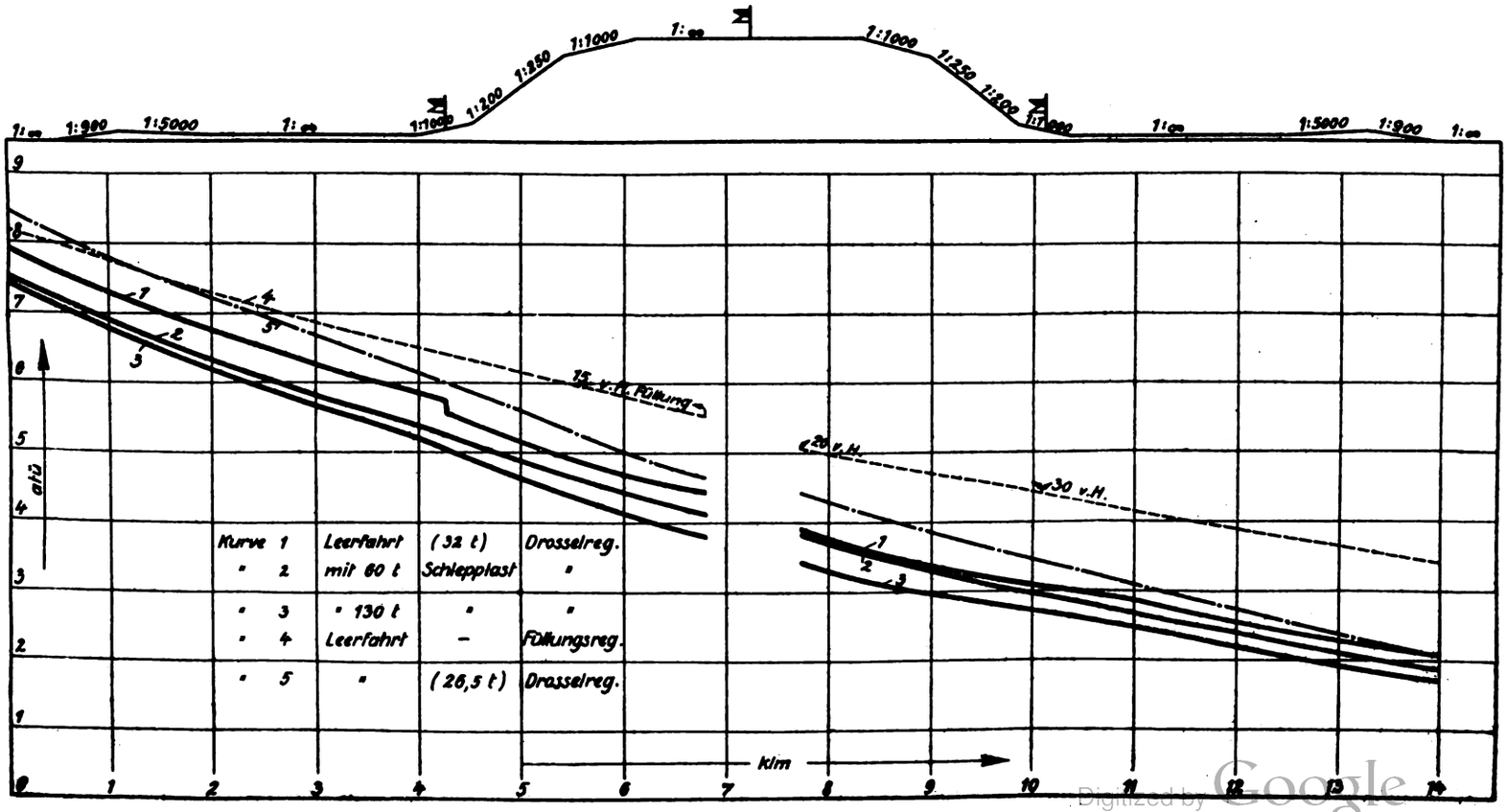


Abb. 3. Theoretisches Arbeitsvermögen von 1 kg Dampf und spezifischer Dampfverbrauch bei 100 v. H. Zylinderfüllung.

Abb. 2. Versuchsfahrten mit feuerlosen Lokomotiven.



Digitized by Google

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, München

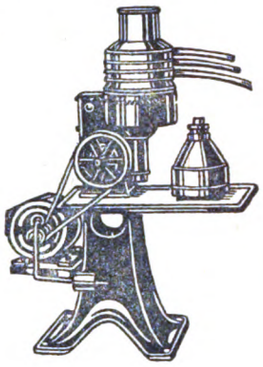
Digitized by Google

Die moderne Oelreinigung

mit dem

Westfalia Separator

Die neuzeitliche Eisenbahnwerkstätte ist ohne den „Westfalia" Oelreiniger undenkbar



Kein Filter!

Rückgewinnung aller Oelarten!

Der Anschaffungspreis ist in kürzester Zeit wettgemacht

Ramesohl & Schmidt A.-G.
Oelde in Westfalen 39

Fernsprech- u. Telegraphenkabel
Block- u. Signalkabel
Gummikabel für Eisenbahnsicherungszwecke
Kabelgarnituren
Leitungen aller Art
Dynamodraht

F. G. NEPTUN

FELTEN & GUILLEAUME
CARLSWERK
ACTIEN-GESELLSCHAFT
KÖLN-MÜLHEIM

2847

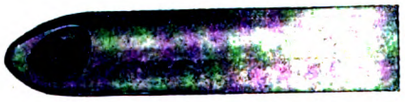
Selbsttätige
Fettschmierung
für Stangenlager und Achslager
an
Lokomotiven

HELIOS-APPARATE
Wetzel & Schlofhauer
Berlin W. 10,
Bendlerstraße 11.

Schmidt'sche Heißdampf-Ges. m. b. H.
Cassel-Wilhelmshöhe

-ÜBERHITZER
für Lokomotiven jeder Bauart und Größe

-ELEMENTE
(maschinell geschmiedet ohne jede autogene Schweißung)



20 – 25 % Kohlenersparnis

Digitized by Google

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Personenbahnhöfe

Grundsätze für die Gestaltung grosser Anlagen

Von

Dr. Ing. W. Cauer

Geh. Baurat Professor a. d. Technischen Hochschule zu Berlin

Zweite, umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage

316 Seiten mit 142 Abbildungen im Text. 1926. Gebunden RM 22,50

Linienführung

von

Erich Giese
Dr. Ing., ord. Professor a. D.

Otto Blum
Dr. Ing., ord. Prof. an der Techn. Hochschule zu Hannover

Kurt Risch
Dr. Ing., ord. Prof. an der Techn. Hochschule zu Hannover

447 Seiten mit 184 Textabbildungen. 1925. Gebunden RM 21,—

(Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 2. Band)

Verkehr und Betrieb der Eisenbahnen

von

Otto Blum
Dr. Ing., ord. Prof. an der Techn. Hochschule zu Hannover

G. Jacobi
Dr. Ing., Oberregierungsbaurat der Reichsbahndirektion Erfurt

Kurt Risch
Dr. Ing., ord. Prof. an der Techn. Hochschule zu Hannover

431 Seiten mit 86 Textabbildungen. 1925. Gebunden RM 21,—

(Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 8. Band)

Unterbau

von

W. Hoyer

Prof. an der Techn. Hochschule Hannover

195 Seiten mit 162 Textabbildungen / 1923

Gebunden RM 8,—

(Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 3. Band)

Eisenbahn-Hochbauten

von

R. Cornelius

Regierungs- und Baurat in Berlin

136 Seiten mit 157 Textabbildungen / 1921

Gebunden RM 6,40

(Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 6. Band)

Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe

auf Grund gemeinsamer Vorarbeit mit Dr. Ing. **M. Oder** †, weiland Professor an der Technischen Hochschule zu Danzig

verfasst von

Dr. Ing. W. Cauer

Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Mit einem Anhang

Fernmeldeanlagen und Schranken

von

Dr. Ing. **F. Gerstenberg**, Regierungsbaurat, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin

476 Seiten mit 484 Abbildungen im Text und 4 Tafeln / 1922 / Gebunden RM 15,—

(Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 7. Band)

Der Wiederabdruck der in dem „Organ" enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und der Schriftleitung nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08247 0256
BOUND
MAR 9 1928
UNIV. OF MICH.
LIBRARY
Digitized by Google

Digitized by Google